

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-278715
 (43)Date of publication of application : 06.10.2000

(51)Int.Cl. H04N 13/04
 G09G 5/36

(21)Application number : 11-079567
 (22)Date of filing : 24.03.1999

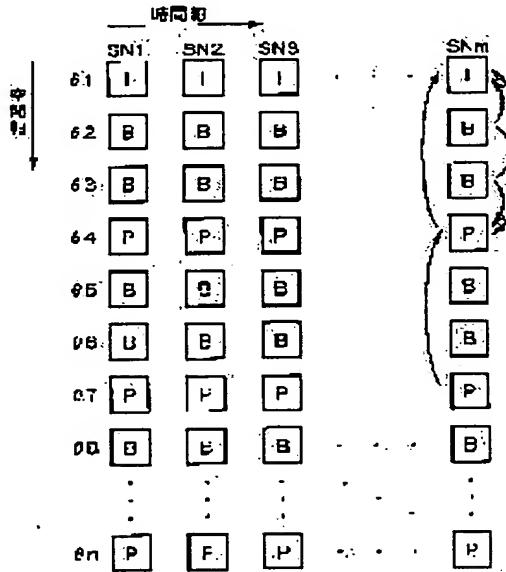
(71)Applicant : MINOLTA CO LTD
 (72)Inventor : YOSHII KEN
 MIYAZAKI MAKOTO
 YAGI FUMIYA
 KUISEKO MANAMI
 NORITA TOSHIO

(54) METHOD AND DEVICE FOR GENERATING STEREOGRAPHIC PICTURE DISPLAY DATA
 AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM STORING STEREOGRAPHIC PICTURE
 DISPLAY DATA

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently compress data of a crosssectional picture to display a stereoscopic picture.

SOLUTION: A GOP is configured by selecting a crosssectional picture corresponding to turning positions $\theta_1, \theta_2, \dots$ of a screen at respective scenes SN_1, SN_2, \dots of a stereoscopic picture to be I, P and B pictures in a prescribed sequence. Then each picture is quantized and the difference is obtained between the GOPs and variable length coding is conducted. Thus, a series of the crosssectional pictures are compressed in a spatial axis and time base directions to realize efficient compression.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.12.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-278715

(P2000-278715A)

(43)公開日 平成12年10月6日 (2000.10.6)

(51)Int.Cl.
H 04 N 13/04
G 09 G 5/36識別記号
5 1 0F I
H 04 N 13/04
G 09 G 5/36テーマコード (参考)
5 C 0 6 1
5 1 0 V 5 C 0 8 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L (全 23 頁)

(21)出願番号

特願平11-79567

(22)出願日

平成11年3月24日 (1999.3.24)

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者 吉井 謙

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 宮崎 誠

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

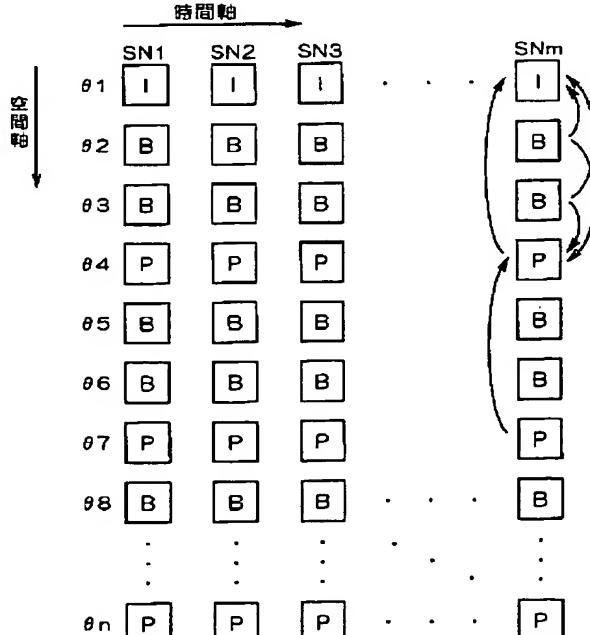
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 立体画像表示データ生成方法、立体画像表示データ生成装置および立体画像表示データを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

(57)【要約】

【課題】 スクリーンを回転走査させながら表示対象物の断面画像を順次投影することにより表示対象物の立体画像を表示する場合に、断面画像のデータ量が多くなる。特に、動画像を表示する場合にはデータ量が膨大になる。

【解決手段】 立体画像の各シーン S N 1, S N 2, . . . のぞれぞれにおいてスクリーンの回転位置 θ 1, θ 2, . . . に対応する断面画像を所定の順序にて I ピクチャ、P ピクチャ、B ピクチャとして G O P を構成する。そして、各ピクチャの量子化の後、G O P 間で差分を求め、さらに可変長符号化を行う。これにより、一連の断面画像は空間軸方向および時間軸方向に圧縮が行われ、効率のよい圧縮が実現される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スクリーンの位置および／または姿勢を変更することにより前記スクリーンを走査させるとともに、前記スクリーンの走査に同期しつつ表示対象物の一連の断面画像を前記スクリーンに順次投影することにより前記表示対象物の立体画像を表示する際に用いられる立体画像表示データを生成する立体画像表示データ生成方法であって、

前記表示対象物の一のシーンのデータから当該一のシーンにおいて投影すべき断面画像群に対応する2次元画像データ群を取得する工程と、

前記2次元画像データ群を前記スクリーンの走査位置の順序に従って圧縮する工程と、を有することを特徴とする立体画像表示データ生成方法。

【請求項2】 スクリーンの位置および／または姿勢を変更することにより前記スクリーンを走査させるとともに、前記スクリーンの走査に同期しつつ表示対象物の一連の断面画像を前記スクリーンに順次投影することにより前記表示対象物の立体画像を表示する際に用いられる立体画像表示データを生成する立体画像表示データ生成方法であって、

前記一連の断面画像に対応する一連の2次元画像データを取得する工程と、

前記一連の2次元画像データを前記スクリーンの各走査位置における2次元画像データ群ごとに圧縮する工程と、を有することを特徴とする立体画像表示データ生成方法。

【請求項3】 スクリーンの位置および／または姿勢を変更することにより前記スクリーンを走査させるとともに、前記スクリーンの走査に同期しつつ表示対象物の一連の断面画像を前記スクリーンに順次投影することにより前記表示対象物の立体画像を表示する際に用いられる立体画像表示データを生成する立体画像表示データ生成方法であって、

前記一連の断面画像に対応する一連の2次元画像データを取得する工程と、

前記一連の2次元画像データを前記スクリーンの各走査位置および各シーンごとに圧縮する工程と、を有することを特徴とする立体画像表示データ生成方法。

【請求項4】 スクリーンの位置および／または姿勢を変更することにより前記スクリーンを走査させるとともに、前記スクリーンの走査に同期しつつ表示対象物の一連の断面画像を前記スクリーンに順次投影することにより前記表示対象物の立体画像を表示する際に用いられる立体画像表示データを生成する立体画像表示データ生成装置であって、

前記一連の断面画像に対応する一連の2次元画像データを取得する手段と、

前記一連の2次元画像データを前記スクリーンの各走査位置および／または各シーンごとに圧縮する手段と、を

備えることを特徴とする立体画像表示データ生成装置。

【請求項5】 スクリーンの位置および／または姿勢を変更することにより前記スクリーンを走査させるとともに、前記スクリーンの走査に同期しつつ表示対象物の一連の断面画像を前記スクリーンに順次投影することにより前記表示対象物の立体画像を表示する際に用いられる立体画像表示データを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記立体画像表示データが、

10 前記一連の断面画像に対応する一連の2次元画像データを前記スクリーンの各走査位置および／または各シーンごとに圧縮したデータ、を有することを特徴とする立体画像表示データを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スクリーンの位置および／または姿勢を変更しながら表示対象物の断面画像をスクリーンに順次表示することで立体画像を表示する際の立体画像表示データ生成方法、立体画像表示データ生成装置、および、立体画像表示データを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、画像が投影されるスクリーンの位置および／または姿勢を変更してスクリーンを体積走査させ、スクリーンの走査位置に同期させて表示対象物の断面画像を順次表示することにより表示対象物の立体画像を表示する方法が知られている。

30 【0003】図31はスクリーン901を正面に垂直な方向（矢印902にて示す方向）に繰り返し移動させつつスクリーン901に表示対象物903の断面画像904を順次表示することにより、表示対象物903の立体画像を表示する方法を示す概念図である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のような人間の目の残像効果を利用するいわゆる体積走査法により立体画像を表示する方法では、多数の断面画像を保存、転送する必要がある。また、立体画像の動画表示を行うにはさらに多数の断面画像の保存、転送が必要となる。

【0005】そこで、この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、立体画像を表示するための断面画像のデータを効率よく圧縮することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、スクリーンの位置および／または姿勢を変更することにより前記スクリーンを走査させるとともに、前記スクリーンの走査に同期しつつ表示対象物の一連の断面画像を前記スクリーンに順次投影することにより前記表示対象物の立体画像を表示する際に用いられる立体画像表示データ

を生成する立体画像表示データ生成方法であって、前記表示対象物の一のシーンのデータから当該一のシーンにおいて投影すべき断面画像群に対応する2次元画像データ群を取得する工程と、前記2次元画像データ群を前記スクリーンの走査位置の順序に従って圧縮する工程とを有する。

【0007】請求項2の発明は、スクリーンの位置および／または姿勢を変更することにより前記スクリーンを走査させるとともに、前記スクリーンの走査に同期しつつ表示対象物の一連の断面画像を前記スクリーンに順次投影することにより前記表示対象物の立体画像を表示する際に用いられる立体画像表示データを生成する立体画像表示データ生成方法であって、前記一連の断面画像に対応する一連の2次元画像データを取得する工程と、前記一連の2次元画像データを前記スクリーンの各走査位置における2次元画像データ群ごとに圧縮する工程とを有する。

【0008】請求項3の発明は、スクリーンの位置および／または姿勢を変更することにより前記スクリーンを走査させるとともに、前記スクリーンの走査に同期しつつ表示対象物の一連の断面画像を前記スクリーンに順次投影することにより前記表示対象物の立体画像を表示する際に用いられる立体画像表示データを生成する立体画像表示データ生成方法であって、前記一連の断面画像に対応する一連の2次元画像データを取得する工程と、前記一連の2次元画像データを前記スクリーンの各走査位置および各シーンごとに圧縮する工程とを有する。

【0009】請求項4の発明は、スクリーンの位置および／または姿勢を変更することにより前記スクリーンを走査させるとともに、前記スクリーンの走査に同期しつつ表示対象物の一連の断面画像を前記スクリーンに順次投影することにより前記表示対象物の立体画像を表示する際に用いられる立体画像表示データを生成する立体画像表示データ生成装置であって、前記一連の断面画像に対応する一連の2次元画像データを取得する手段と、前記一連の2次元画像データを前記スクリーンの各走査位置および／または各シーンごとに圧縮する手段とを備える。

【0010】請求項5の発明は、スクリーンの位置および／または姿勢を変更することにより前記スクリーンを走査させるとともに、前記スクリーンの走査に同期しつつ表示対象物の一連の断面画像を前記スクリーンに順次投影することにより前記表示対象物の立体画像を表示する際に用いられる立体画像表示データを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記立体画像表示データが、前記一連の断面画像に対応する一連の2次元画像データを前記スクリーンの各走査位置および／または各シーンごとに圧縮したデータを有する。

【0011】

【発明の実施の形態】<A. 全体のシステム構成>この

発明に係る立体画像表示データ生成装置を有する立体画像表示システムの全体的な構成を図1に示す。この立体画像表示システム1は、体積走査法によって表示対象物の立体表示を行う立体画像表示装置100と、立体画像表示装置100に対して表示対象物の断面画像に関する2次元画像データを生成して供給する立体画像表示データ生成装置であるホストコンピュータ3とから構成されている。

【0012】立体画像表示装置100は、後述するよう10に所定の回転軸を中心に高速で回転するスクリーンに対して表示対象物の一連の断面画像を断続的に投影することによって残像効果を発生させて立体画像を表示する。そして、回転するスクリーンの位置（角度）に応じて投影する断面画像を更新していくことにより、様々な表示対象物の立体像を表示する。

【0013】ホストコンピュータ3は、CPU3a、ディスプレイ3b、キーボード3c、マウス3d等を含んで構成されるいわゆる一般的なコンピュータシステムである。このホストコンピュータ3には、予め入力されている表示対象物の3次元画像データからスクリーンが回転する際の各角度に対応する断面画像の2次元画像データを生成する処理を行うソフトウェアが組み込まれている。このため、ホストコンピュータ3は、表示対象物の3次元画像データからスクリーンの回転角度（スクリーンの回転途上の位置をいい、以下、「回転位置」という。）に応じてスクリーン上に投影すべき表示対象物の断面画像に関する2次元画像データを生成することができ、その生成された2次元画像データを立体画像表示装置100に供給する。なお、ホストコンピュータ3の詳細については後述する。

【0014】ホストコンピュータ3と立体画像表示装置100との間では、オンラインによるデータの受け渡しが可能であるとともに、可搬型のコンピュータ読み取り可能な記録メディア4を介してのオフラインによるデータの受け渡しも可能である。記録メディア4としては、光磁気ディスク(MO)、コンパクトディスク(CD-RW)、デジタルビデオディスク(DVD-RAM)、メモリカード等がある。

【0015】<B. 立体画像表示装置>次に、立体画像表示装置100について説明する。図2は、立体画像表示装置100の概観を示す図である。この立体画像表示装置100は、スクリーン38に断面画像を投影するための光学系や各種データ処理を行うための制御機構が内蔵されたハウジング20と、そのハウジング20の上部側に設けられて内部に回転するスクリーンを収容する円筒状の風防20aとを備えている。

【0016】風防20aはガラスやアクリル樹脂等の透明な材質で形成されており、内部側で回転するスクリーン38に投影される断面画像を外部より視認することができるよう構成されている。また、風防20aは内部

空間を密封しており、そのことによってスクリーン38の回転の安定化や回転駆動するモータの消費電力の低減を図っている。

【0017】ハウジング20の前面側には液晶ディスプレイ(LCD)21、着脱可能な操作スイッチ22、記録メディア4の着脱口23が配置されており、また側面側にはデジタル入出力端子24が設けられている。液晶ディスプレイ21は、操作入力を行う際の操作案内画面の表示手段および表示対象物のインデックスのための2次元画像の表示手段として用いられる。デジタル入出力端子24はSCSI端子あるいはIEEE1394端子等である。さらにハウジング20の外周面の4箇所には音声出力のためのスピーカ25が配置されている。

【0018】図3は、着脱可能な操作スイッチ22の拡大図である。この操作スイッチ22は、各種動作パラメータを入力するための操作入力手段として機能させるべく、電源ボタン221、スタートボタン222、ストップボタン223、カーソルボタン224、セレクトボタン225、キャンセルボタン226、メニューボタン227、ズームボタン228、音量調節ボタン229等の各種ボタンが配置されている。

【0019】スクリーン38による立体画像の表示は、操作スイッチ22の各ボタン221～227を操作することによって記録メディア4に記録されているデータファイルから立体表示を行いたい2次元画像データを選択したり、またはホストコンピュータ3側に保存されているデータファイルから2次元画像データを選択することにより開始される。

【0020】次に、立体画像表示装置100においてスクリーン38上に断面画像を投影するための光学系について説明する。図4は、立体画像表示装置100における光学系を含む構成を示す図である。図4に示すように立体画像表示装置100における光学系は、照明光学系40と投影光学系50とDMD(デジタル・マイクロミラー・デバイス)33とTIRプリズム44とを備えて構成される。

【0021】まず、DMD33について説明する。DMD33は、スクリーン38に投影する断面画像を生成する画像生成手段として機能するものであり、1辺が16μm程度の矩形の金属片(例えばアルミニウム片)の極めて小さなミラーを1画素として1チップあたり数十万枚の規模で平面に敷き詰めた構造を有し、各画素直下に配置されたSRAM出力の静電電界作用により各ミラーの傾斜角を個々に±10度で制御できるデバイスである。なお、ミラーの角度制御は、SRAM出力の

「1」、「0」に対応して、ON/OFFのバイナリ制御であり、光源からの光が当たると、ON(またはOFF)の方向を向いているミラーで反射した光だけが投影光学系50の方向に進み、OFF(またはON)の方向を向いているミラーで反射した光は有効な光路から外れ

投影光学系50の方向には進まない。このミラーのON/OFF制御により、ON/OFFのミラー分布に対応した断面画像が生成されてスクリーン38に投影されることになる。

【0022】なお、各ミラーの傾斜角を制御して反射する光の方向を切り換えるが、この切り替え時間の調整(反射する時間の長さ)により各画素の濃淡(階調)を表現することができ、1色につき256階調が表現できる。そして、光源からの白色光を周期的に切り替わるR

10 (赤)、G(緑)、B(青)の3色のカラーフィルターに通し、通過した各色にDMDチップを同期させることでカラー画像を形成したり、R、G、Bの各色ごとにDMDチップを準備して3色の光を同時に投影することでカラー画像を形成することができる。

【0023】このようなDMD33は、第一に光利用効率が非常に高いこと、第二に高速応答性を有することの2つの大きな特徴を有しており、一般にはその高い光利用効率を活かしてビデオプロジェクタ等の用途に使用されている。

【0024】この立体画像表示装置100においては、DMD33のもう一つの大きな特徴である高速応答性を利用することにより、残像効果を利用する体積走査法において表示対象物の動画像をも表示することができるよう実現される。

【0025】DMD33は一枚一枚のミラーの偏向の応答性が約10μsecであることと、画像データの書き込みが一般的なSRAMとほぼ同様の方法でできることから、1枚の画像を生成するのに要する時間は1 msecあるいはそれ以下ときわめて高速である。仮に1 msecであるとすると、残像効果を実現するために1/18secで180°(すなわち毎秒9回転)の体積走査を行う場合に生成できる断面画像の数は約60枚となる。従来の体積走査法で画像生成手段として使用されていたCRTや液晶ディスプレイ等と比較すると、DMD33は単位時間当たりはるかに多くの断面画像をスクリーン38上に投影することができ、非回転対称形状の立体の表示のみならず、動画像の表示にも対応することができる。

【0026】また、DMD33の特徴の1つである光の利用効率の高さも、より明るい断面画像をスクリーン38上に投影することで残像効果を高めることに寄与し、CRT方式等と比較して高品位の立体画像の表示を可能にする。

【0027】なお、図4に示すようにDMD33の画像生成面側には、照明光学系40からの照明光を各微小ミラーに導くとともに、DMD33で生成された断面画像を投影光学系50に導くためにTIRプリズム44が配設されている。

【0028】照明光学系40は、白色光源41と照明レンズ系42とを有しており、白色光源41からの照明光

は照明レンズ系 4 2 により平行光とされる。照明レンズ系 4 2 はコンデンサレンズ 4 2 1 、インテグレータ 4 2 2 、カラーフィルタ 4 3 およびリレーレンズ 4 2 3 により構成される。白色光源 4 1 からの照明光はコンデンサレンズ 4 2 1 により集光されてインテグレータ 4 2 2 に入射する。そして、インテグレータ 4 2 2 によって光量分布が均一な状態とされた照明光は、回転式のカラーフィルタ 4 3 によって R, G, B のいずれかの色成分に分光される。分光された照明光はリレーレンズ 4 2 3 により平行光とされた上で、TIR プリズム 4 4 に入射し、DMD 3 3 上に照射される。

【0029】DMD 3 3 は、ホストコンピュータ 3 から与えられるデータを伸張して得られる 2 次元画像データに基づいて個々の微小ミラーの傾斜角度を変化させることにより照明光のうちの断面画像を投影するのに必要な光成分のみを投影光学系 5 0 に向けて反射させる。

【0030】投影光学系 5 0 は投影レンズ系 5 1 とスクリーン 3 8 とを有している。投影レンズ系 5 1 は両テレセントリックレンズ 5 1 1 と投影レンズ 5 1 3 と投影ミラー 3 6, 3 7 と像回転補償機構 3 4 とを備えており、このうち投影レンズ 5 1 3 と投影ミラー 3 6, 3 7 はスクリーン 3 8 を回転軸 Z のまわりに回転させる回転部材 3 9 の内部側に配置されている。

【0031】DMD 3 3 で反射された光（断面画像）は両テレセントリックレンズ 5 1 1 により平行光にされ、断面画像の回転補償を行うために像回転補償機構 3 4 を通過する。そして、像回転補償機構 3 4 において回転補償が行われた光束は投影ミラー 3 6 、投影レンズ 5 1 3 、投影ミラー 3 7 を経由して最終的にスクリーン 3 8 の正面（投影面）上に投影される。したがって、投影光学系 5 0 と DMD 3 3 とで、複数の断面画像を 2 次元画像データに基づいて順次に生成し、スクリーン 3 8 の回転走査に同期して複数の断面画像をスクリーン上に順次に投影する投影画像生成手段を形成する。

【0032】この光学系において、投影ミラー 3 6 、投影レンズ 5 1 3 、投影ミラー 3 7 およびスクリーン 3 8 は回転部材 3 9 に固定されており、回転部材 3 9 の回転とともにスクリーン 3 8 の中心軸を含む垂直な回転軸 Z の回りに角速度 Ω で回転する。つまり、体積走査を行うためにスクリーン 3 8 を回転させる際には、回転部材 3 9 内部に配置された投影ミラー 3 6 、投影レンズ 5 1 3 および投影ミラー 3 7 もスクリーン 3 8 と一緒に回転するため、スクリーン 3 8 がいかなる角度となっても常にその正面側から断面画像の投影を行うことができる。

【0033】なお、スクリーン 3 8 の回転位置は位置検出器 7 3 により常に検出されている。

【0034】こうして DMD 3 3 において生成された断面画像がスクリーン 3 8 上に投影される。投影レンズ 5 1 3 の役割は、光束がスクリーン 3 8 上に至るところで

適切な画像サイズをなすようにすることである。また、投影ミラー 3 7 はスクリーン 3 8 に投影される立体像を観察する際に観察者の視線を妨げないように、スクリーン 3 8 の正面の斜め下方向（図 4 の場合は回転部材 3 9 の内部側）から断面画像を投影するように配置されている。なお、投影レンズ 5 1 3 の投影ミラー 3 6 および 3 7 に対する位置的な順序関係は必ずしも本実施形態にとらわれるものではない。

【0035】ここで、像回転補償機構 3 4 について説明する。図 4 に示す像回転補償機構 3 4 は、いわゆるイメージローテータの構成によって実現されている。スクリーン 3 8 が取り付けられている回転部材 3 9 がある回転位置に位置する場合に、スクリーン 3 8 上に投影されている断面画像を基準像とする。もし像回転補償機構 3 4 を用いないとすると、回転部材 3 9 が回転するにつれ投影される断面画像はスクリーン 3 8 上で面内回転し、回転部材 3 9 が 180° 回転したところで投影される断面画像は基準像に対し上下が逆転した像になってしまう。この現象を防ぐものが像回転補償機構 3 4 である。

【0036】図 4 に示す像回転補償機構 3 4 は複数のミラーを組み合わせて構成されるイメージローテータを使用している。イメージローテータを光軸まわりに回転させると、入射画像に対する出射画像がイメージローテータの角速度の 2 倍の角速度で回転して出射される性質がある。したがって、スクリーン 3 8 が取り付けられている回転部材 3 9 の角速度の $1/2$ の角速度でイメージローテータを回転させることによって、スクリーンの回転にかかわらず正立した断面像を常に投影できる。

【0037】なお、像回転補償機構としてはイメージローテータ以外にダブ（タイプ）プリズムを使用しても同様の効果が得られる。また、ここに説明した像回転補償機構 3 4 を使用せず、DMD 3 3 の表面上に生成する断面画像をスクリーン 3 8 の回転位置に応じて光軸まわりに回転する像とすることで投影像の回転を打ち消すようにしてもよい。

【0038】すなわち、DMD 3 3 の表面上で生成される断面画像が、体積走査の開始時では正立像（あるいは倒立像）であり、スクリーン 3 8 の回転とともに自転して体積走査が完了した時点では倒立像（あるいは正立像）となるように断面画像の生成のための 2 次元画像データを、DMD 3 3 に与える前の段階で補正するようにしてもよい。

【0039】ここで、スクリーン 3 8 および回転部材 3 9 の斜視概観図の一例を図 5 に示す。図 5 に示すように回転部材 3 9 は円盤形状をなし、その側面に回転駆動手段となるモータ 7 4 の回転軸が接することによって回転駆動される。なお、回転部材 3 9 の中心軸にモータを直結したり、歯車やベルトを介して駆動させるようにしてもよい。

【0040】図 5 に示すようにスクリーン 3 8 がある回

9
転位置 θ_1 にあるとき、 θ_1 に対応した表示対象物の断面画像 P_1 (DMD 3 3 で生成) が、図 4 に示した投影ミラー 3 6 と投影レンズ 5 1 3 と投影ミラー 3 7 とを経由してスクリーン 3 8 上に投影される。そこから微小時間が経過してスクリーン 3 8 が回転し、その回転位置が θ_2 になったとき、今度は θ_2 に対応した表示対象物の断面画像 P_2 (DMD 3 3 で生成) が、図 4 に示した投影ミラー 3 6 と投影レンズ 5 1 3 と投影ミラー 3 7 とを経由してスクリーン 3 8 上に投影される。

【0041】投影ミラー 3 6、投影レンズ 5 1 3 および投影ミラー 3 7 はスクリーン 3 8 に対して一定の位置関係を保ったまま共に回転するので、スクリーン 3 8 上には回転にかかわらず常に断面像が投影され続ける。そして回転部材 3 9 を 180° 回転 (若しくは 360° 回転) させた時点で再び始めと同じ断面画像が現れ、1回の体積走査が完了する。以上の動作を回転部材 3 9 の回転の速度を残像効果が起きるように十分に速く、かつ投影する断面像の枚数を十分に多くすることによって、観察者は断面画像の包絡として表示対象物の立体像を視認することができる。

【0042】次に断面画像の大きさ (解像度) について述べる。図 6 はスクリーン 3 8 に投影される断面画像の大きさを示す図である。断面画像は 256×256 画素 (水平方向) $\times 256$ 画素 (垂直方向) の大きさで、スクリーン 3 8 の回転軸に対して対称に投影される。すなわち、回転軸を中心として周方向に向かって左右 128 画素の大きさとなる。投影される断面画像はスクリーン 3 8 と一定の関係を保ったまま共に回転するので、スクリーン 3 8 の回転にかかわらず、投影される断面画像の大きさは一定である。なお、図 6 に示す断面画像の大きさは単なる一例であり、使用される DMD 3 3 に設けられた微小ミラーの数に応じて任意の大きさが設定可能である。

【0043】なお、断面画像の投影の際に用いられるデータはホストコンピュータ 3 において図 20 (c) にて示すように表示対象物を複数の切断面により切断することにより生成されるが、断面画像のデータの生成の詳細については後述する。

【0044】<C. 立体画像表示システムにおける制御機構> 次に、この立体画像表示システム 1 において立体画像を表示するための制御機構について説明する。

【0045】図 7 は、立体画像表示システム 1 の機能構成を示すブロック図である。図 7 において実線矢印は電気信号の流れを示しており、破線矢印は光の流れを示している。なお、図 7 に示す照明光学系 4 0 および投影光学系 5 0 は上述した内容のものである。

【0046】表示対象物の断面画像に関する 2 次元画像データはデジタル入出力端子 2 4 を経由してホストコンピュータ 3 からインターフェース 6 6 に入力されたり、あるいは記録メディア 4 からインターフェース 6 6 に入力される。

【0047】断面画像のデータである 2 次元画像データは他の種類のデータに比べデータ量が多いため、インターフェース 6 6 に入力される 2 次元画像データには後述する圧縮処理が施されている。そこで、図 7 の構成では圧縮された 2 次元画像データを伸張するためのデータ伸張器 6 5 が設けられている。

【0048】伸張された 2 次元画像データは、DMD 3 3 における断面画像の生成を制御する DMD 駆動部 6 0 に与えられる。DMD 駆動部 6 0 は DMD 3 3 と DMD コントローラ 6 2 とメモリ 6 3 a, 6 3 b を備えている。メモリ 6 3 a および 6 3 b はそれぞれ独立に書き込みまたは読み出しが制御されるように構成され、それぞれが複数の 2 次元画像データを記憶する記憶手段として機能する。DMD コントローラ 6 2 は DMD 3 3 に対して階調信号を与えたり、位置検出器 7 3 で検出されるスクリーン 3 8 の回転位置に応じてカラーフィルタ 4 3 を駆動するためのドライバ 7 1 を制御するとともにメモリ 6 3 a, 6 3 b における書き込み動作と読み出し動作とを制御する。

【0049】ここで、記憶手段となるメモリの構成について説明する。上述した例示のように体積走査を行う場合に DMD 3 3 で生成できる断面画像の数を 60 枚とする。立体表示を行うには断面画像をスクリーン 3 8 の回転位置に応じて断続的に投影するので、60 枚の断面画像群を 1 シーンとするとその断面画像群に対応する 2 次元画像データを順次に繰り返して DMD 3 3 にデータ転送する必要がある。このため、DMD 3 3 に 2 次元画像データを供給するためのメモリの記憶容量は、少なくとも 1 シーンに相当する 60 枚分の 2 次元画像データ群を記憶しておくことのできるメモリサイズが必要になる。

【0050】つまり、2 次元画像データ用のメモリサイズが小さい場合、例えば 60 枚に満たない断面画像分の 2 次元画像データしかメモリに記憶することができない場合は、ホストコンピュータ 3 あるいは記録メディア 4 から断面画像ごとの 2 次元画像データを繰り返し転送し続けないと静止画像ですら適切に立体表示することができない。一般にはホストコンピュータ 3 あるいは記録メディア 4 から 2 次元画像データを転送する際の速度はメモリから DMD 3 3 に対して 2 次元画像データを供給する際の速度に比べて低速であるため、高速回転するスクリーン 3 8 の回転位置に応じた 2 次元画像データの供給が間に合わないという事態が生じ、適切な立体表示ができなくなるのである。

【0051】これに対して、60 枚分以上のメモリサイズがあれば、1 シーンを構成する断面画像群についての 2 次元画像データ群を全てメモリに格納しておくことができるので、一旦メモリに 2 次元画像データ群を格納しておけば、このメモリからスクリーン 3 8 の回転位置に応じて 2 次元画像データ群を順次に DMD 3 3 に与えることによって適切に立体画像の表示を行うことができる

のである。

【0052】以上のこととは、立体表示を行う際に静止画像を表示する場合であっても動画像を表示する場合であっても同様である。

【0053】次に、動画像を表示する場合のメモリ構成について説明する。カラー表示を行うためにR, G, Bの各色成分ごとの画像を構成すると、これらR, G, B画像が一組で1枚の断面画像を構成することになる。したがって、60枚分をR, G, Bの各色成分に対応させると各色成分ごとの画像は20枚の構成となる。このため、1枚の立体表示を行うために必要なメモリサイズは、上記図6に示した断面画像の大きさについて考えると、 $256 \times 256 \times 3 \times 20 = 3,750 \text{ MByte}$ (= 30 MB)となる。

【0054】図8は、メモリの構成例を示す図である。図8 (a) はR, G, Bの各色成分の画像ごとに1つのメモリを使用する例を示しており、R, G, Bに対応する3つのメモリで1つの断面画像についての2次元画像データを記憶する。したがって、図8 (a) の場合は個々のメモリのメモリサイズは小さくてもよいが1シーン分の2次元画像データを記憶するために少なくとも60個のメモリが必要となる。また、図8 (b) は1つのメモリで構成した例を示しており、図8 (c) は2つのメモリで構成した例を示している。

【0055】表示する立体画像が静止画像であれば、図8 (b) のようにメモリ1つの構成で1シーン全ての断面画像群に関する2次元画像データ群を記憶しておき、それを順次に繰り返してDMD33に出力することにより立体表示することができる。しかしながら、動画像を表示する場合には、スクリーン38の回転に伴って1シーンとして表示すべき断面画像の内容が時々刻々と変化していくため、メモリ内の2次元画像データを順次に更新していく必要がある。つまり、動画像を扱う場合には、2次元画像データの読み出し(表示)と書き込み(更新)とを並列的に同時にを行うことが必要である。このため、図8 (b) に示すようなメモリ1つの構成では記憶された2次元画像データの読み出しと新たな2次元画像データの書き込みとを同時に実行することができず、原則として動画像表示に対応することができない。

【0056】一方、図8 (a) および (c) に示すように複数のメモリを備える構成の場合は、読み出し対象となるメモリと書き込み対象となるメモリとを順次に切り換えていくようにすれば、2次元画像データの読み出しと書き込みとを時間的に並行して行うことができ、動画像表示に対応することができる。

【0057】そこで、図8 (a) と (c) とのメモリ構成を比較した場合、(a) の構成では60個のメモリが存在するため、装置構成が複雑化するとともに、読み出し対象となるメモリと書き込み対象となるメモリとを順次に切り換えていく際のメモリ制御も複雑化するのに対

し、(c) の構成では2つのメモリで読み出し対象と書き込み対象とを交互に切り換えていけばよいため構成およびメモリ制御が比較的簡単になる。このため、この実施形態では表示対象物の動画像を立体表示することができるメモリ構成として図8 (c) のメモリ構成を採用したものの一例として図7に示している。

【0058】ところが、図8 (c) に示すメモリ構成を採用するにあたってはデータ転送速度の問題を解決する必要がある。図8 (c) の構成の場合は、1シーン分の $256 \times 256 \times 3 \times 20 \text{ Byte}$ の2次元画像データ群を2つのメモリで分離して記憶する。この場合は、第1メモリに格納された $256 \times 256 \times 3 \times 10 \text{ Byte}$ の2次元画像データを読み出してDMD33に供給している間に第2メモリに対して次の $256 \times 256 \times 3 \times 10 \text{ Byte}$ の2次元画像データを格納しなければならない。既述したようにホストコンピュータ3あるいは記録メディア4から2次元画像データを転送する際の速度はメモリからDMD33に対して2次元画像データを供給する際の速度に比べて低速であるため、一方のメモリからの $1/2$ シーン分の2次元画像データを読み出している間に他方のメモリに次の $1/2$ シーン分の2次元画像データの書き込みが完了しないことも考えられる。このような事態が発生すると、スクリーン38が1回転するときの後半部分については断面画像の投影ができないくなるのである。

【0059】この問題を解決するために、この実施形態においては図8 (c) に示すメモリ構成を採用するにあたって、各メモリの記憶容量を少なくとも1シーン分の2次元画像データ群を記憶することができるよう構成する。例えば、図9に示すようにそれぞれのメモリについて $256 \times 256 \times 3 \times 20 \text{ Byte}$ のメモリサイズを確保し、それぞれのメモリで1シーン分の2次元画像データ群を記憶することができるよう構成するのである。このような構成を採用することによって、一方のメモリからの1シーン分の2次元画像データ群を読み出している間に他方のメモリに次の1シーン分の2次元画像データ群の書き込みが完了していない場合には、もう一度繰り返して前回と同じシーンを表示することができる。この結果、断面画像がとぎれることなくスクリーン38上に投影され続けるため、残像効果を維持することができる。

【0060】したがって、この実施形態では図7に示すメモリ63aとメモリ63bとのそれぞれは、1シーン分、すなわち、表示対象物の立体画像を表示するのに必要な断面画像群に対応する2次元画像データ群を記憶することができるメモリサイズを有するよう構成される。

【0061】図7の説明に戻り、システムコントローラ64は、投影レンズ系51における像回転補償機構34の回転動作およびモータ74の動作を制御するスクリー

ンコントローラ 7 2 に対して駆動指令を与える。また、システムコントローラ 6 4 は白色光源 4 1 を駆動するドライバ 7 0 の制御や、インターフェース 6 6 およびデータ伸張器 6 5 を管理・制御して DMD 駆動部 6 0 に対する 2 次元画像データの供給状況等の DMD コントローラ 6 2 への伝達等を行う。

【0062】また、システムコントローラ 6 4 はキャラクタジェネレータ 6 9 に対して液晶ディスプレイ 2 1 の画面上に適切な文字や記号等を表示させるための指示を与えるとともに、着脱可能な操作スイッチ 2 2 からの入力情報をも入力することができるよう構成されている。操作スイッチ 2 2 と立体画像表示装置 1 0 0 とは赤外線通信を行うように構成されており、立体画像表示装置 1 0 0 側には赤外線通信用の送受信部 7 5 a とドライバ 7 5 b を有し、操作スイッチ 2 2 側には送受信部 7 6 a とドライバ 7 6 b を有している。

【0063】なお、2 次元画像データに含まれる音声データは、データ伸張器 6 5 の内部に設けられた図示しないオーディオデコーダによって復元され、そこで得られた音声データは D/A 変換器 6 8 a とアンプ部 6 8 b を経由してスピーカ 2 5 から出力される。また、電源 6 7 は図 7 に示す立体画像表示装置 1 0 0 の各部に対して電源供給を行う。

【0064】図 1 0 は、図 7 に示した構成のうちの要部を抜き出した図である。上述したようにこの立体画像表示装置 1 0 0 においては表示対象物の立体像を時々刻々と変化させて表示対象物に関する動画像を表示させるために 2 個のメモリ 6 3 a, 6 3 b を設け、一方のメモリへの書き込み動作と他方のメモリからの読み出し動作とを時間的に並行して行うような構成とされている。具体的には、DMD コントローラ 6 2 内におけるメモリ制御部 6 2 a が読み出し対象となるメモリと書き込み対象となるメモリとを切り換える制御手段として機能し、位置検出器 7 3 によって得られるスクリーン 3 8 の回転位置に応じてメモリ 6 3 a および 6 3 b の読み出し動作と書き込み動作とを交互に切り換える。なお、このメモリ制御部 6 2 a と 2 個のメモリ 6 3 a, 6 3 b が一体となって表示対象物の 1 シーンの全体を複数の断面画像によって集合的に表現した 2 次元画像データ群を入力した際にバッファするバッファ手段として機能する。

【0065】データ伸張器 6 5 から供給される 2 次元画像データはメモリ 6 3 a, 6 3 b の双方に供給されるが、2 つのメモリのうちのメモリ制御部 6 2 a によって書き込み指令の与えられたメモリのみが指定されたアドレスから順次 2 次元画像データを書き込んでいく（または更新していく）。その一方で、メモリ制御部 6 2 a から読み出し指令の与えられたメモリは既に格納している複数の 2 次元画像データをメモリ制御部 6 2 a からの指令に基づいて順次に出力して DMD 3 3 に与える。

【0066】メモリ制御部 6 2 a は位置検出器 7 3 から 50

得られる回転位置に基づいて DMD 3 3 において断面画像の生成を行わせるべく、一方のメモリ 6 3 a (または 6 3 b) に対して読み出しアドレスを指定することによって 2 次元画像データの読み出し動作を制御することにより、断面画像の表示を制御する。そして、1 シーン分の断面画像群の投影を完了したときに、他方のメモリ 6 3 b (または 6 3 a) に対する次の 1 シーン分の 2 次元画像データ群の書き込みが終了しているかどうかを調べ、終了している場合には読み出し対象と書き込み対象とのメモリを切り換え、終了していない場合には読み出し対象である一方のメモリ 6 3 a (または 6 3 b) から再度繰り返して同じシーンを投影させるべく、1 シーン分の 2 次元画像データ群を順次読み出すように制御する。

【0067】このような制御を行うメモリ制御部 6 2 a の詳細を機能ブロック図として示すと図 1 1 に示すようになる。すなわち、位置検出器 7 3 から得られる回転位置に応じたパルス信号をカウンタ 8 1 がカウントしてその結果を読み出しアドレス発生部 8 2 と切換部 8 4 に送る。読み出しアドレス発生部 8 2 では、カウント結果に基づいてスクリーン 3 8 の現在位置に適した断面画像を特定してその 2 次元画像データを読み出すための読み出しアドレスを発生させる。一方、書き込みアドレス発生部 8 3 は、システムコントローラ 6 4 から伝達されるデータ伸張器 6 5 からの 2 次元画像データの供給状況に基づいて供給される 2 次元画像データの書き込みアドレスを発生させる。読み出しアドレス発生部 8 2 と書き込みアドレス発生部 8 3 とで発生するアドレスはそれぞれ切換部 8 4 に導かれる。そして切換部 8 4 はカウンタ 8 1 からの回転位置に基づいて 1 シーン分の断面画像群の投影を完了したと判断したときに他方のメモリに対する次の 1 シーン分の 2 次元画像データ群の書き込みが終了しているかどうかを調べて、終了している場合には読み出し対象と書き込み対象とのメモリを切り換えて読み出しアドレスと書き込みアドレスとの送出先を切り換え、終了していない場合には切り換え動作を行わない。

【0068】このような構成および制御を行うことにより、スクリーン 3 8 の回転に伴ってスクリーン 3 8 上に投影される断面画像を更新していくことができ、体積走査による立体表示において表示対象物の動画像をも表示することが可能になる。また、読み出し対象となっているメモリから 1 シーン分の断面画像群に関する 2 次元画像データ群の読み出しが終了したときに、ホストコンピュータ 3 等からの入力またはデータ伸張器 6 5 における伸張処理が未だ終了しておらず、他方のメモリに対する 2 次元画像データの書き込み（更新）が完了していない場合であっても、スクリーン 3 8 上に投影される断面画像がとぎれることを回避することができ、常に適切な立体表示を維持することが可能になる。

【0069】<D. 投影像の補正>次に、投影像の補正

の必要性について説明する。投影像を補正することが必要な点として、2つの点がある。第1には、スクリーン38への断面画像の投影においてスクリーン38の上方と下方との間での光路長の相違による断面画像のひずみを補正することである。第2には、スクリーン38を180°回転させた時点で1回の体積走査が完了するようにした場合に、スクリーン38の投影面が観察者に対して前面側にあるときと裏面側にあるときとで、投影する断面画像を左右反転させることである。

【0070】まず、第1の投影像の補正について説明する。立体画像表示装置100においては立体像の観察に際して観察者の視線を防げないために、図4に示すように、投影ミラー37はスクリーン38の正面よりも斜め下方にずらした位置に配置されている。従ってスクリーン38の上方と下方とで光路長が異なり、スクリーン38の下方に比べて上方では断面像が相対的に大きく拡大されて投影されることになる。この状態では立体像がいびつになるので、投影像のスケールの差違を補正する必要がある。

【0071】投影像の補正方法の一例としては、DMD33で生成される断面画像に、予め像の上方と下方でスケールに差を与える補正を施す方法がある。具体的には、実際に投影したい断面画像P3が図12(a)に示すような矩形環状であるとき、DMD33で生成される断面画像P4は、図12(b)に示すように下方に比べ上方でスケールを縮小した台形環状の像となるようにDMD33に与える2次元画像データを補正しておく。この補正を行う補正手段としては、ホストコンピュータ3側で2次元画像データを生成する際に下方に比べて上方のスケールを縮小するようにしてホストコンピュータ3自体を補正手段としてもよく、また図7に示すデータ伸張器65において伸張を行う際に補正するようにしてデータ伸張器65を補正手段としてもよく、さらにはデータ伸張器65の後段側に上記のような補正を行う補正手段を単体で設けてもよい。なお、スケールの縮小率は、スクリーン38への投影の際の拡大率を打ち消すように設定することが好ましいため、補正手段は立体画像表示装置100側に設けることが好ましい。

【0072】また、投影像の補正方法の他の例としては、例えば、光軸に対して非対称な屈折特性を有するレンズ系（上方側には倍率が小さく、下方側には倍率が大きくなるレンズ系）を投影光学系に配置する方法がある。この場合、当該レンズ系は、投影ミラー36と投影ミラー37の間、投影ミラー37とスクリーン38との間、DMD33と像回転補償機構の間に配設することができる。

【0073】また、投影ミラー36と投影ミラー37のいずれかを上方側に投影される光に対しては像を縮小し、下方側に投影される光に対しては像を拡大するような複数の曲率を有する曲面ミラーにする方法を採用して

もよい。なお、投影ミラー36と投影ミラー37をともに曲面ミラーにして、最終的にスクリーン38に投影する際に、上方側に投影される光に対しては像を縮小し、下方側に投影される光に対しては像を拡大するようにしてもよい。

【0074】次に、第2の投影像の補正について説明する。スクリーン38が360°回転する際に投影する断面画像群の全ての2次元画像データをメモリ63a, 63bに格納し、スクリーン38の360°回転を1回の体積走査とする場合はスクリーン38の投影面が観察者に対して前面側と裏面側のいずれにあるときでも適切な断面画像の投影を行うことができる。

【0075】しかしながら、スクリーン38が180°回転する際に投影する断面画像群の2次元画像データをメモリ63a, 63bに格納し、スクリーン38の180°回転を1回の体積走査とする場合はスクリーン38上に非回転対称の立体像を投影する際には投影面が前面側にあるときと裏面側にあるときとで断面画像を左右反転させが必要になる。なぜなら、例えば表示対象物としてコーヒーカップの立体像を表示させようとして左右反転を行わない場合には表示対象物のコーヒーカップには取っ手部分が1つしかないにもかかわらず、立体表示される表示像には回転軸に対して対称な位置関係に2つの取っ手部分が表示されることになるからである。

【0076】この左右反転を行う方法の一例として、メモリ63a, 63bからDMD33に対して2次元画像データを供給する際におけるメモリ63a, 63bの読み出しアドレスをスクリーン38の回転位置に応じて切り換える方法がある。この方法では、スクリーン38が180°回転するごとに断面画像を反転させるために、断面画像における水平方向についてのデータ読み出し順序を切り換えるだけによく、断面画像の垂直方向については変更する必要がない。

【0077】例えば、断面画像の大きさが図6に示したような256画素（水平方向）×256画素（垂直方向）である場合、各メモリ63a, 63bから2次元画像データを読み出す際の水平アドレスは8ビットとなり、水平方向の0番目～255番までの画素を指定することができる。そして、図10に示したメモリ制御部62aが位置検出器73から得られるスクリーン38の回転位置に応じてメモリ63a, 63bからDMD33に与える2次元画像データの水平方向の読み出し順序を切り換える。

【0078】図13は、スクリーン38の回転位置θに応じてメモリ63a, 63bからの読み出し順序を示す図である。図13に示すように、メモリ63a, 63bにはスクリーン38が180°回転する際に投影する断面画像群としてn枚分の2次元画像データが格納される。そして図13(a)に示すようにスクリーン38の回転位置θが0° ≤ θ < 180°の範囲内である場合に

は、n枚分の2次元画像データはそれぞれ水平方向の右方向に順次1画素ずつの画像データD0、D1、D2、…、D255が読み出されてDMD33に供給される。これに対し、図13(b)に示すようにスクリーン38の回転位置θが $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲内である場合には、n枚分の2次元画像データはそれぞれ水平方向の左方向に順次1画素ずつの画像データD255、D254、D253、…、D0が読み出されてDMD33に供給される。

【0079】つまり、スクリーン38の回転位置θが $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲内である場合には第1の読み出しモードとして2次元画像データのそれぞれの画像データを回転軸Zに直交する水平方向の右方向に順次読み出していくのに対し、スクリーン38の回転位置θが $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲内である場合には第2の読み出しモードとして2次元画像データのそれぞれの画像データを回転軸Zに直交する水平方向の左方向に順次読み出していくのである。

【0080】このような読み出し順序を切り換えるための制御機構の一例を図14に示す。図14には図11に示した読み出しアドレス発生部82の詳細構成を示している。図14に示すように読み出しアドレス発生部82は第1アドレス発生部82aと第2アドレス発生部82bとアドレス選択部82cとを備える。第1アドレス発生部82aはスクリーン38の回転位置θが $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲内にあるときの読み出しアドレスを発生し、第2アドレス発生部82bはスクリーン38の回転位置θが $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲内にあるときの読み出しアドレス（すなわち第1アドレス発生部82aで発生される水平方向の読み出し順序を逆順序に設定した読み出しアドレス）を発生する。第1アドレス発生部82aおよび第2アドレス発生部82bは双方ともカウンタ81から得られるカウント結果に基づいてスクリーン38の現在位置に適した断面画像を特定してその2次元画像データを読み出すための読み出しアドレスを常時発生させる。

【0081】図15はこれらのアドレス発生部82a、82bで発生される8ビットの水平アドレス信号の一例を示す図である。図15において、(a)は第1アドレス発生部82aで発生されるアドレス信号を示しており、(b)は第2アドレス発生部82bで発生されるアドレス信号を示している。なお、図15(a)、(b)においてA0～A7はビット単位ごとの信号を示している。

【0082】図15に示すように、スクリーン38の回転位置が $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲内にあるときと $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲内にあるときとでは各ビット信号A0～A7はレベル反転した関係にある。この結果、 $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲内にあるときには図13(a)に示した順序で1画素ごとのデータが読み出され

ていき、 $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲内にあるときには図13(b)に示した順序で1画素ごとのデータが読み出されていく。なお、図15に示すように2次元画像データの2ライン目以降についても1ライン目と同様の読み出し手順（方向）で読み出しアドレスを設定する。

【0083】このようにして第1アドレス発生部82aと第2アドレス発生部82bとの双方で発生された読み出しアドレスはアドレス選択部82cに導かれる。アドレス選択部82cではカウンタ81から得られる回転位置θが $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲と $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲とのいずれの範囲内にあるかを調べ、 $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲内にある場合には第1アドレス発生部82aで発生されたアドレス信号（図15(a)参照）を上述した切換部84に供給し、また、 $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲内にある場合には第2アドレス発生部82bで発生されたアドレス信号（図15(b)参照）を上述した切換部84に供給する。

【0084】以上のような構成を採用することにより、メモリ63aまたは63bから2次元画像データを読み出す際に断面画像の水平方向に相当する読み出し順序をスクリーン38の回転位置に応じて反転させる（切り換える）ことが可能になる。この結果、DMD33に与えられる2次元画像データはスクリーン38の 180° 回転ごとに左右の反転されたデータとなり、スクリーン38上に投影される断面画像も 180° 回転ごとに左右反転が行われる。この結果、スクリーン38の 180° 回転を1回の体積走査とする場合における断面画像の左右反転を実現することが可能になり、投影像の補正が良好に行えるのである。

【0085】<E. 立体画像表示装置における処理手順の概要>次に、立体画像表示装置100において実際に立体画像を表示する際の処理手順の概要について説明する。図16ないし図18はこの処理手順を示すフローチャートであり、特に図17は立体表示を行う際の画像が静止画像である場合の表示処理に関するフローチャートであり、図18は立体表示を行う際の画像が動画像である場合の表示処理に関するフローチャートである。

【0086】図16のフローチャートにおいて、まず初期設定が行われる（ステップS1）。この初期設定の内容には電源の安定化や各種処理条件に関するパラメータの初期化等が含まれる。また、スクリーン38の回転走査も開始される。

【0087】ステップS2以降は立体画像を表示するための工程であり、ステップS2では、観察者（操作者）は操作スイッチ22からデータファイルの選択のための入力を行う。例えば、図7の構成において2次元画像データが記録メディア4内に格納されている場合には、その2次元画像データに関するファイル名等が液晶ディスプレイ21上に表示され、観察者はこの液晶ディスプレイ21の表示内容を視認しながら所望するデータファイ

ルの選択を行う。また、2次元画像データがホストコンピュータ3側に格納されている場合には、システムコントローラ64の指令の下に立体画像表示装置100とホストコンピュータ3との間でデータ通信が行われ、ホストコンピュータ3において格納されている2次元画像データに関するファイル名等が液晶ディスプレイ21上に表示される。その結果、観察者はこの液晶ディスプレイ21の表示内容を視認しながら所望するデータファイルの選択を行う。

【0088】そして、データファイルの選択が行われるとステップS3に進み、ステップS2で選択されたデータファイルのヘッダファイルの入力が行われる。すなわち、システムコントローラ64が記録メディア4またはホストコンピュータ3からヘッダファイルを取得する。このヘッダファイルには、断面画像の大きさ、すなわち断面画像の水平方向および垂直方向がそれぞれ何画素で構成されているかという情報、1シーンを構成する断面画像の数、1回の体積走査が180°回転とするか360°回転とするかという情報、動画像の場合におけるシーン数、2次元画像データが静止画像形式であるか動画像形式であるかを示すデータ形式等の立体表示のために必要な各種情報が含まれている。

【0089】そしてステップS4に進み、システムコントローラ64はヘッダファイルからデータ形式を識別し、表示すべき立体像が静止画像であるのか動画像であるのかを識別する。そして上記各種情報を各部に伝達して立体表示の準備段階に入る。

【0090】ステップS4の後、操作スイッチ22からの入力待機状態となり（ステップS5）、観察者からの表示開始指示（すなわちスタートボタン222の操作）があった場合にはステップS6に進み、表示開始指示がない場合にはステップS2に戻る。なお、観察者は静止画像についての表示開始指示を入力する場合にはその静止画像の表示時間の設定を行いうものとする。

【0091】ステップS6では、ステップS4で識別したデータ形式が静止画像であるか動画像であるかを判断し、静止画像である場合はステップS7に進み、動画像である場合はステップS8に進む。

【0092】図17に示すように静止画像表示モード（ステップS7）に進んだ場合には、まず、システムコントローラ64による制御の下に記録メディア4またはホストコンピュータ3からの圧縮された2次元画像データの入力を開始する。この結果、静止画像についての2次元画像データは断面画像ごとに順次にインタフェース66を介してデータ伸張器65に供給される。そして、データ伸張器65において伸張処理を行いつつ伸張された2次元画像データは2つのメモリ63a、63bのうちの一方のメモリ63a（または63b）に書き込まれていく（ステップS71）。このときDMDコントローラ62におけるメモリ制御部62aは一方のメモリ63

10

20

30

30

40

40

50

a（または63b）を指定して、そのメモリに対して書き込みアドレスを順次に指定していくことになる。そして、静止画像を表示するための全ての断面画像に関する2次元画像データの書き込みが終了すると、ステップS72に進む。

【0093】そして、ステップS72では2次元画像データが書き込まれた一のメモリ63a（または63b）からの2次元画像データを順次に読み出していき、その読み出した2次元画像データをDMD33に与える。この結果、回転するスクリーン38上にはDMD33に与えられた2次元画像データに対応する断面画像が投影される。

【0094】そしてメモリ63a（または63b）に格納されている2次元画像データの全てが一通りDMD33に供給されると、ステップS73に進み、表示時間が設定された時間を超過したかどうかを判定し、設定時間に満たない場合には再度同じ断面画像の表示を行うべくステップS72に戻る。一方、設定時間を過ぎていた場合には静止画像の表示に関する処理は終了する。

【0095】なお、ステップS72の処理が繰り返し行われる場合であってスクリーン38の180°回転を1回の体積走査としている場合には、このステップS72が行われる度に上述した断面画像の左右の反転を行うような読み出しアドレスを発生させる。こうすることにより、静止画像表示における投影像の補正が良好に行えるのである。

【0096】次に、図18に示すように動画像表示モード（ステップS8）に進んだ場合について説明する。動画像表示モード（ステップS8）に進んだ場合にも、まず、システムコントローラ64による制御の下に記録メディア4またはホストコンピュータ3からの2次元画像データの入力を開始する。この結果、動画像についての2次元画像データは断面画像ごとに順次にインタフェース66を介してデータ伸張器65に供給される。ただし、動画像の場合は、1つの静止画像についての2次元画像データが複数個集合したものと同様であるので、2次元画像データの入力を開始しても直ぐにはデータ入力は完了しない。このため、記録メディア4やホストコンピュータ3からのデータ入力を行いつつ動画像についての立体表示を行うことになる。

【0097】データ伸張器65ではインタフェース66を介して入力される2次元画像データに対して順次に伸張処理を施していく、その結果得られる2次元画像データを順次にメモリ63a、63bに対して出力していく。

【0098】ステップS81では、DMDコントローラ62のメモリ制御部62aが一方のメモリ63aを書き込み対象とし、そのメモリ63aに対して書き込みアドレスの指定を行う。この結果、最初の1シーン分の2次元画像データが順次にメモリ63aに書き込まれていく

ことになる。そして 1 シーン分の 2 次元画像データの書き込みが終了すると、ステップ S 8 2 に進む。

【0099】ステップ S 8 2 では、メモリ制御部 6 2 a はメモリ 6 3 a に書き込まれた 2 次元画像データを DMD 3 3 に与えるために、メモリ 6 3 a を読み出し対象とするとともに、他方のメモリ 6 3 b を書き込み対象として設定する。この結果、最初の 1 シーン分の 2 次元画像データは DMD 3 3 に供給されて回転するスクリーン 3 8 上に投影され、データ伸張器 6 5 から得られる次の 1 シーン分の 2 次元画像データはメモリ 6 3 b に順次書き込まれていく。なお、このステップ S 8 2 において、メモリ 6 3 a に格納されている 2 次元画像データの読み出しが一通り終了したときにメモリ 6 3 b に対する次の 1 シーン分の書き込み動作が終了していない場合には、再度メモリ 6 3 a からの読み出しを繰り返し行い、スクリーン 3 8 に対して前回と同じ断面画像を投影する。これに対し、メモリ 6 3 a に格納されている 2 次元画像データの読み出しが一通り終了したときにメモリ 6 3 b に対する次の 1 シーン分の書き込み動作が終了していた場合には、ステップ S 8 3 に進む。

【0100】そして、ステップ S 8 3 ではデータ伸張器 6 5 からメモリ 6 3 a, 6 3 b 側に供給される 2 次元画像データが終了したかどうかを判定する。すなわち、動画像を表示するための全てのシーン分の 2 次元画像データがメモリ 6 3 a, 6 3 b に格納されたかどうかを判定するのである。そして、データ伸張器 6 5 からメモリ 6 3 a, 6 3 b 側に供給される 2 次元画像データが続く場合は、さらに次のシーンが存在することになるので、ステップ S 8 3 において「NO」と判断され、ステップ S 8 4 に進む。これに対して、メモリ 6 3 a, 6 3 b 側に供給される 2 次元画像データが存在しない場合は、ステップ S 8 2 でメモリ 6 3 b に書き込んだ 2 次元画像データが最後のシーンということになるので、その最後のシーンを表示すべくステップ S 8 6 に進む。

【0101】ステップ S 8 4 では、メモリ制御部 6 2 a はメモリ 6 3 b に書き込まれた 2 次元画像データを DMD 3 3 に与えるために、メモリ 6 3 b を読み出し対象とするとともに、他方のメモリ 6 3 a を書き込み対象（更新対象）として設定する。この結果、ステップ S 8 2 において表示された 1 シーンに続く 1 シーン分の 2 次元画像データが DMD 3 3 に供給されて回転するスクリーン 3 8 上に投影されるとともに、データ伸張器 6 5 から得られるさらに次の 1 シーン分の 2 次元画像データがメモリ 6 3 a に順次書き込まれていく。なお、このステップ S 8 4 においてもメモリ 6 3 b に格納されている 2 次元画像データの読み出しが一通り終了したときにメモリ 6 3 a に対する次の 1 シーン分の書き込み動作が終了していない場合には、再度メモリ 6 3 b からの読み出しを繰り返し行い、スクリーン 3 8 に対して前回と同じ断面画像を投影する。これに対し、メモリ 6 3 b に格納されてい

る 2 次元画像データの読み出しが一通り終了したときにメモリ 6 3 a に対する次の 1 シーン分の書き込み動作が終了していた場合には、ステップ S 8 5 に進む。

【0102】そして、ステップ S 8 5 ではステップ S 8 3 と同様の判定が行われる。したがって、データ伸張器 6 5 からメモリ 6 3 a, 6 3 b 側に供給される 2 次元画像データがさらに続く場合は、さらに次のシーンが存在することになるので、ステップ S 8 5 において「NO」と判断されてステップ S 8 2 に進み、メモリ 6 3 a, 6 3 b 側に供給される 2 次元画像データが存在しない場合は、ステップ S 8 5 でメモリ 6 3 a に書き込んだ 2 次元画像データが最後のシーンということになるので、その最後のシーンを表示すべくステップ S 8 6 に進む。

【0103】なお、ステップ S 8 2 および S 8 4 では、一方のメモリへの 2 次元画像データの書き込みと他方のメモリからの 2 次元画像データの読み出しどとを同時並列的に行われることは既に説明した内容から明らかである。

【0104】ステップ S 8 6 では、最後の 1 シーンをスクリーン 3 8 上に投影すべく、一方のメモリ 6 3 a または 6 3 b から 2 次元画像データを読み出してそれを DMD 3 3 に与える動作が行われる。

【0105】このようにして動画像表示が行われるのであるが、ステップ S 8 2, S 8 4, S 8 6 においてメモリ 6 3 a または 6 3 b からの 2 次元画像データを読み出す際に、スクリーン 3 8 上に投影する断面画像を左右反転させる必要のあるときには、上述したように水平方向の読み出し方向を変更すべく読み出しあドレスの切り換えが行われる。

【0106】上記のような処理手順を行うことにより、静止画像のみならず動画像をも適切に立体表示することが可能になる。

【0107】<F. 立体画像表示データの生成>次に、立体画像表示データ生成装置であるホストコンピュータ 3 の構成、並びに、ホストコンピュータ 3 にて行われる断面画像に関する 2 次元画像データの生成の流れ、および、一連の 2 次元画像データの圧縮による立体画像の表示に用いられるデータ（以下、「立体画像表示データ」という。）の生成の流れについて説明する。

【0108】ホストコンピュータ 3 は図 1 に示すように、各種演算処理を行う CPU 3 a、操作者への表示を行うディスプレイ 3 b、操作者からの入力を受け付けるキーボード 3 c およびマウス 3 d、生成したデータを立体画像表示装置 1 0 0 に転送する転送部 3 e、記録メディア 4 にデータを記録する記録部 3 f、立体画像表示データ生成プログラム PC を記憶したり作業領域となるメモリ 3 g、並びに、立体データ D D 0 や生成した立体画像表示データ D D 1 を記憶する固定ディスク 3 h を適宜インターフェイスを介する等してバスライン 3 m に接続して有する。

【0109】図19はホストコンピュータ3の構成を機能の面から示すブロック図である。図19に示す構成の一部は、実際には、CPU3aがROM、RAM等のメモリ3gや固定ディスク3h等と通信をしながらCPU3aが立体画像表示データ生成プログラムPGの内容を実行することにより実現される。

【0110】立体データ記憶部91は、表示対象物の3次元画像データである立体データDD0を記憶する部位であり、具体的には、固定ディスク3hに対応する部位である。立体表示条件入力部92は表示の大きさ、表示対象物の姿勢、1シーンの断面画像数等の操作者からの入力を受け付ける部位であり、具体的には、キーボード3cおよびマウス3dに対応する部位である。断面画像演算部93は立体データDD0から断面画像のデータである2次元画像データを生成する部位であり、CPU3aやメモリ3g等の機能の一部に相当する部位である。また、データ圧縮部94は得られた一連の2次元画像データを圧縮して立体画像表示データDD1を生成するとともに、生成した立体画像表示データDD1を転送部3eや記録部3fへと出力する部位であり、CPU3aやメモリ3g等の機能の一部に相当する部位である。なお、断面画像演算部93やデータ圧縮部94は専用の電気回路により構築されていてもよく、部分的に専用の電気回路となっていてもよい。

【0111】立体データ記憶部91に記憶される立体データDD0は表示対象物の3次元画像データであるが、ここで記憶される立体データDD0は動画像表示の場合には、表示対象物の初期状態から最終状態に至るまでの各形態をそれぞれ1つの3次元画像データとする一連の3次元画像データとなる。

【0112】そして、立体データ記憶部91から読み出される3次元画像データと、立体表示条件入力部92から与えられる表示条件に基づいて、所定の角度刻みごとに表示対象物を切断した断面画像の2次元画像データを断面画像演算部93が導出する。

【0113】導出された一連の2次元画像データは、データ圧縮部94にて後述する圧縮処理が行われ、その後、転送部3eから直接、立体画像表示装置100に転送されたり、必要に応じて記録部3fにて記録メディア4に記録されたり、あるいは、ホストコンピュータ3に接続された固定ディスク3h等の記録媒体に保存される。

【0114】図20は、断面画像演算部93において行われる1つの3次元画像データから1シーン分の2次元画像データ群への変換過程を説明するための図であり、図21はこの処理の流れを示す流れ図である。まず、図20(a)のような表示対象物の3次元画像データに対して、回転表示を行う際の中心軸となる回転軸を決定する(図21:ステップS911)。この回転軸は表示対象物を切断する切断面の回転中心となるものであり、切

断面に平行となる。この状態が図20(b)である。そして、3次元画像データを1回転で何分割するかを設定し、さらに断面画像の大きさ等の設定が行われてこれらの情報がヘッダファイルとして生成される(ステップS912)。生成されたヘッダファイルは適宜、立体画像表示装置100に転送されたり、記録メディア4や固定ディスク等の記録媒体に保存される。

【0115】次に、図20(c)に示すように分割数nに応じて表示対象物をほぼ均等な角度 $\Delta\theta$ ごとの切断面により放射面状に切断する。この切断によって導かれる表示対象物の断面画像を画像データとして表現することにより、図20(d)に示すような所定角度ごとに切断された(図20(c)中、 θ_0 を基準として、 $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots$ の回転位置にて切断された)表示対象物の断面画像全体に関する2次元画像データが生成される(ステップS913)。

【0116】以上のようにして1回転する際に表示対象物の立体画像を表示するのに必要なn枚の断面画像群の全ての2次元画像データが1シーン分の2次元画像データ群として生成される。静止画像を表示する場合にはこのようにして得られた1シーン分の2次元画像データ群が用いられるが、動画像を表示する場合には各シーンの3次元画像データについて2次元画像データ群の取得が行われる(ステップS914)。すなわち、図22に示すように各シーンSN1, SN2, ..., SNmのぞれぞれについて所定の角度 $\Delta\theta$ ごとの断面画像(正確には、スクリーン38上の表示可能領域の大きさの断面画像の2次元画像データ)が取得される。

【0117】次に、得られた2次元画像データ群に対して行われる圧縮処理(ステップS921)について説明する。図23は図22に示すようにして得られた複数の断面画像群を図23中に示す空間軸(縦軸)方向に各回転位置 $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ の順序に並べると共に、空間軸に直交する時間軸(横軸)方向に各シーンSN1, SN2, ..., SNmの順序に並べた様子を示す図である。もちろん、静止画像の表示の場合にはm=1であり、図23に示す空間軸方向に並ぶ1列の断面画像群のみしか存在しない。立体画像表示データDD1が動画像のデータである場合には、各シーン(すなわち、時刻)についてスクリーン38の回転位置に応じたn枚の断面画像群が存在し、動画像のシーン数がmであると、合計n×m枚の断面画像が存在する。

【0118】ここで、表示対象物の表面は原則として連続する面であることから、一般的に空間軸方向に隣り合う断面画像同士は類似している。したがって、空間軸方向に対して各シーンの断面画像群のデータ、すなわち、2次元画像データ群に圧縮処理を行うことにより効率のよい圧縮を行うことができる。

【0119】図24は空間軸方向に2次元画像データ群を圧縮する工程(ステップS921)の一例を示す流れ

図である。2次元画像データ群の圧縮処理では、最初に各2次元画像データの圧縮が行われる。各2次元画像データの圧縮では、まず、対応する各断面画像が、例えば8×8画素のブロックに分割され（ステップS931）、各ブロックに離散コサイン変換（Discrete Cosine Transform）が施されて量子化テーブルにより量子化される（ステップS932）。そして、量子化されたデータ（量子化係数）の高周波成分が除去される（ステップS933）。

【0120】次に、各断面画像（空間軸方向に対して先頭のものを除く）の量子化されたデータについて空間軸方向に対して前側に隣接する断面画像の量子化されたデータとの差分が求められ、差分データとされる（ステップS934）。その後、各差分データ（先頭の断面画像については量子化されたデータ）がハフマン符号化等の可変長符号化により冗長度が除去される（ステップS935）。

【0121】以上の処理により、1シーンを構成する1つの2次元画像データ群に関する空間軸方向に従った（すなわち、走査位置の順序に従った）圧縮が行われる（ステップS921）。そして、動画像の場合には他のシーンについても同様の圧縮処理が行われる（図21：ステップS922）。空間軸方向に圧縮された一連の2次元画像データは、ヘッダファイルと同様に、適宜、立体画像表示装置100に転送されたり、記録メディア4や固定ディスク3h等の記録媒体に保存される（ステップS923）。

【0122】次に、ステップS921における空間軸方向（各シーン）に対する2次元画像データ群の圧縮方法の他の例としてMPEG方式による圧縮技術の基本的部分を利用する例を簡単に示す。

【0123】図25はMPEG技術と同様にGOP（Group of Pictures）を構成して圧縮を行う方法を説明するための図である。図25に示すように、各シーンSN1, SN2, ..., SNmの断面画像群はそれぞれGOPとされ、空間軸方向に対して所定の順序にてIピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャとして扱われる。図26は各GOPを圧縮する際の処理の流れを示す流れ図であり、図21中のステップS921の他の例を示す図である。

【0124】図26に示すように、まず、回転位置θ1における断面画像がIピクチャとされ、Iピクチャから所定数の回転位置だけ離れた断面画像がPピクチャとされ、IピクチャやPピクチャの間の断面画像がBピクチャとされる（ステップS941）。Iピクチャはフレーム内符号化により圧縮される（ステップS942）。すなわち、ブロックに分割され、各ブロックに離散コサイン変換が施されて量子化されて高周波成分が除去された後、可変長符号化により冗長度が除去される。

【0125】PピクチャについてはIピクチャまたは先

行するPピクチャとの間で動き補償が考慮された上で予測誤差信号（画像）が取得される。そして、予測誤差信号がIピクチャの圧縮と同様の手法により圧縮され、動きベクトルも符号化される（ステップS943）。Bピクチャでは先行および／または後続するIピクチャおよび／またはPピクチャを基準に予測誤差信号が取得され、Pピクチャと同様に、この予測誤差信号が圧縮され、動きベクトルが符号化されることにより圧縮される（ステップS944）。

【0126】なお、1シーンを構成する断面画像群にて1つのGOPが構成されていてもよく、1シーンに複数のGOPが含まれていてもよい。また、MPEGの規格と異なり、1シーンのGOPにはタイムスタンプ等の時間に関するパラメータを設定する必要はない。

【0127】このように、空間軸方向に隣り合う断面画像が類似していることから、空間軸方向に対してMPEGによる圧縮技術の基本部分を利用することにより効率よく2次元画像データ群の圧縮を行うことができる。

【0128】以上、各シーンの2次元画像データ群を空間軸方向に対して圧縮することにより圧縮効率を高める圧縮方法について説明したが、図23に示す一連の断面画像は、各回転位置において時間軸方向に隣り合うもの同士も類似するという性質を有する。動画像における表示対象物の動きは一般に滑らかだからである。

【0129】したがって、各回転位置θ1, θ2, ..., θnにおいて、時間軸方向に並ぶ断面画像の2次元画像データ群について、図24ないし図26を用いて説明した様々な圧縮を行うことにより効率のよい圧縮が実現される。すなわち、図21におけるステップS921を各回転位置における2次元画像データ群に対して圧縮処理を施す処理に置き換え、これを各回転位置における2次元画像データ群について行うことにより効率のよい圧縮が行われる。このとき、図24に示す圧縮方法を用いる場合にはステップS934が時間軸方向の差分データを取得する工程となり、MPEG技術を利用する場合には図27に示すように時間軸方向にIピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャが定められる。

【0130】このように、いわゆる体積走査法による一連の2次元画像データは各回転位置において時間軸方向に並ぶ2次元画像データ群に圧縮処理を行うことにより効率のよい圧縮を実現することができる。

【0131】ところで、既述のように図23に示した一連の断面画像は空間軸方向に対しても時間軸方向に対しても互いに隣り合う断面画像同士は類似している。そこで、空間軸方向に対する圧縮と時間軸方向に対する圧縮との双方を行うことによりさらに効果的な圧縮を行うことができる。

【0132】図28は図21中のステップS921, S922に代えて空間軸方向および時間軸方向に対する双方の圧縮を行う際の処理の一例を示す流れ図である。図

28に示す例では、まず、空間軸方向で各断面画像を図26に示した手法と同様の手法により圧縮し（ただし、可変長符号化が行われる前の段階までの圧縮を行うものとする）、各シーンに対応する圧縮されたGOPを構成する（ステップS951）。なお、Iピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャの配列順序は各シーンで同様とされる。

【0133】次に、圧縮された各GOP（最初のシーンのGOPを除く）について先行するシーンのGOPとの差分が求められ（ステップS952）、差分されたGOPに可変長符号化を施して冗長度を除去する（ステップS953）。すなわち、時間軸方向に対して圧縮処理が施される。以上の処理により、一連の2次元画像データは空間軸および時間軸方向に対して圧縮される。

【0134】図29は、このような空間軸および時間軸の双方に対する圧縮を行う場合の処理の流れを概念的に示す流れ図である。図29に示すように、図28に示した処理は、各シーンの2次元画像データ群に圧縮処理を施し（ステップS961、S962）、各回転位置における圧縮された2次元画像データ群に対してさらに圧縮処理を施す処理の流れとなる（ステップS963、S964）。この処理を機能的に表現した場合、図19におけるデータ圧縮部94が空間軸方向に圧縮を行う空間軸方向圧縮部941および時間軸方向に圧縮を行う時間軸方向圧縮部942を有する構成となる。

【0135】ただし、空間軸方向および時間軸方向の圧縮の順序は任意であってよく、さらに、空間軸方向および時間軸方向の圧縮は明確に分離されている必要もない。例えば、図28に示す処理では、まず、圧縮されたGOPを構成し、その後、圧縮されたGOP間の時間軸方向の差分を求めるようしているが、圧縮される前の各GOP間で差分が求められた後に、各GOPが空間軸方向に関して圧縮されてもよい。また、符号化の途中、例えば、動き補償が行われた直後に各GOP間の差分が求められてもよく、空間軸方向に対する圧縮の途中に時間軸方向に対する圧縮が行われてもよい。このように、空間軸方向および時間軸方向に対する圧縮処理はおよそ並行に行われてもよい。

【0136】なお、図28に示す例では、空間軸方向にはGOPを構成して圧縮するようにし、時間軸方向には単に差分を求めるようしているが、空間軸方向および時間軸方向の圧縮の方法はどのようなものであってよい。

【0137】以上、一連の2次元画像データを圧縮する様々な手法について説明してきたが、圧縮された2次元画像データは画像データファイルとして既述のように立体画像表示装置100側に供給されたり、記録メディア4や固定ディスクに保存される（ステップS923）。そして、このような圧縮手法を用いることにより、立体画像表示データは効率よく圧縮され、立体画像表示装置

100に転送する際に効率よく転送することができる。また、立体画像表示データを保存する場合にも、記録メディア4や固定ディスクを経済的に利用することができる。

【0138】図30は、記録メディア4や固定ディスク等に保存された立体画像表示データDD1の構造の例を示す図である。立体画像表示データDD1には表示対象物の分割数や断面画像の大きさ等の情報がヘッダファイルDD11として保存され、1シーン以上の圧縮された

10 2次元画像データが画像データファイルDD12として保存される。もちろん、ヘッダファイルDD11および画像データファイルDD12は図30に示すように明りょうに分けられて保存される必要はなく、適宜混在して保存されてもよい。

【0139】<G. 変形例>以上、この発明に係る立体画像表示データ生成装置をホストコンピュータ3として有する立体画像表示システムの実施の形態について詳細に説明したが、この発明は上記説明したものに限定されるものではない。

20 【0140】例えば、ホストコンピュータ3にて生成される立体画像表示データが利用される立体画像表示装置100は以下のように様々な変形が可能である。

【0141】上記説明において立体画像表示装置100の記憶手段としてのメモリは2個の場合を例示したが2個に限定されるべき技術的制限は伴わないので2個以上の複数個であってもよい。この場合、読み出し対象となる一のメモリと書き込み対象となる一のメモリとを切り換える際には、複数のメモリ間で循環的に切り替えが行われるように構成すればよい。なお、既述のように静止

30 画像のみを表示する場合にはメモリは1つであってよい。

【0142】また、読み出し対象となるメモリから与えられる2次元画像データに基づいてスクリーン38に投影する断面画像を生成する画像生成手段の一例としてDMD33を例示したが、DMD33以外の素子を使用してもよい。

【0143】また、上記説明においては主として所定の回転軸Zを中心に回転するスクリーン上に断面画像を投影することによって表示対象物の立体像を表示する構成例について説明したが、この発明はこれに限定されるものではなく、スクリーンの投影面に対して垂直な方向に直進走査するような体積走査であってもよい。つまり、スクリーンの位置および/または姿勢を変更することにより3次元的な所定空間内を走査するものであればよいのである。この場合、スクリーンの走査途上の位置が上記実施の形態における回転位置に対応する。

【0144】なお、上記説明においてはスクリーン38の材質については特に言及しなかったが、スクリーン38の材質を工夫することで立体画像が表示されているデーターティー比を倍増させることができる。

【0145】すなわち、スクリーン38を180°回転させることで体積走査が完了するが、スクリーン38が不透明な材質で構成されている場合、断面画像が投影されているスクリーンの投影面が観察者から見て裏面側(反対側)に向いている間は断面像を視認することができない。従って、立体画像が表示されているデューティー比は1/2となる。このため、体積走査終了後、観察者の眼に残像があるうちにさらにスクリーン38を回転させて、結果的に360°回転させる必要がある。

【0146】しかし、スクリーン38の材質として、投影像が投影側から十分に視認できるだけの拡散反射性能を有すると同時に、その像をスクリーン38の裏側の方向からも視認できるような光透過性を有する材質を採用することで、スクリーン38の表裏両方から投影像を視認することが可能となる。したがって、スクリーン38の角度にかかわらず断面画像を視認することができ、立体画像表示のデューティー比は1となる。このため、残像効果を維持できる時間内にスクリーン38を回転させなければならない角度は180°で済む。これにより、スクリーン38の回転数を1/2に抑えることが可能となり、その分だけ投影する断面画像の角度刻みを細かくでき、断面画像の数を増して表示される立体画像の品位向上させることができる。

【0147】スクリーン38の材質としては、例えば、すりガラスや、透明樹脂板の表面をすりガラス状に加工して白く疊らせたものや、薄い紙などのように半透明の材質を利用すればよい。

【0148】また、ホストコンピュータ3についても、一般的なコンピュータシステムとして構成されている必要はなく、全体が専用のハードウェアとして構築されていてもよく、部分的に専用の電気回路にて構築されてもよい。

【0149】また、空間軸方向および/または時間軸方向の2次元画像データ群の圧縮には上記例以外にも様々な手法が利用可能である。

【0150】

【発明の効果】請求項1ないし4に記載の発明では、立体画像表示データを効率よく圧縮することができる。その結果、立体画像表示データの転送を効率的に行ったり、立体画像表示データを経済的に保存することができる。

【0151】請求項5に記載の発明では、立体画像表示データの保存を経済的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態に係る立体画像表示システムの全体的な構成を示す図である。

【図2】立体画像表示装置の概観を示す図である。

【図3】着脱可能な操作スイッチの拡大図である。

【図4】立体画像表示装置における光学系を含む構成を示す図である。

【図5】スクリーンおよび回転部材の斜視概観図である。

【図6】スクリーンに投影される断面画像の大きさ(解像度)を示す図である。

【図7】立体画像表示システムの機能構成を示すブロック図である。

【図8】メモリの構成例を示す図である。

【図9】この発明の実施の形態におけるメモリの構成例を示す図である。

10 【図10】図7に示した構成のうちの要部を抜き出した図である。

【図11】メモリ制御部の詳細を示すブロック図である。

【図12】断面画像(投影像)の補正の一例を示す図である。

【図13】スクリーンの回転位置θに応じたメモリからの読み出し順序を示す図である。

【図14】2次元画像データの読み出し順序を切り換えるための制御機構の一例を示す図である。

20 【図15】アドレス発生部で発生される8ビットの水平アドレス信号の一例を示す図である。

【図16】立体画像表示装置において実際に立体画像を表示する際の処理手順を示すフローチャートである。

【図17】立体画像表示装置において実際に立体画像を表示する際の処理手順を示すフローチャートである。

【図18】立体画像表示装置において実際に立体画像を表示する際の処理手順を示すフローチャートである。

【図19】ホストコンピュータにおける構成を機能の面から示すブロック図である。

30 【図20】3次元画像データから2次元画像データへの変換過程を示す図である。

【図21】ホストコンピュータにおける処理の流れを示す流れ図である。

【図22】動画像の場合の断面画像の取得の様子を示す図である。

【図23】一連の断面画像を各回転位置および各シーンに関して配列配置した図である。

【図24】空間軸方向に対して1シーン分の2次元画像データ群を圧縮する処理の一例を示す流れ図である。

40 【図25】空間軸方向に対してMPEG技術を利用した2次元画像データの圧縮方法を説明するための図である。

【図26】MPEG技術を利用した2次元画像データの圧縮処理の例を示す流れ図である。

【図27】時間軸方向に対してMPEG技術を利用した2次元画像データの圧縮方法を説明するための図である。

【図28】空間軸および時間軸方向に対して2次元画像データを圧縮する処理の例を示す流れ図である。

50 【図29】空間軸および時間軸方向に対して2次元画像

31

32

データを圧縮する処理の概念を示す流れ図である。

【図 30】立体画像表示データの構造の例を示す図である。

【図 31】体積走査法による立体画像の表示原理を説明するための図である。

【符号の説明】

3 ホストコンピュータ

3 a CPU

3 g メモリ

3 h 固定ディスク

4 記録メディア

38 スクリーン

93 断面画像演算部

94 データ圧縮部

DD1 立体画像表示データ

DD12 画像データファイル

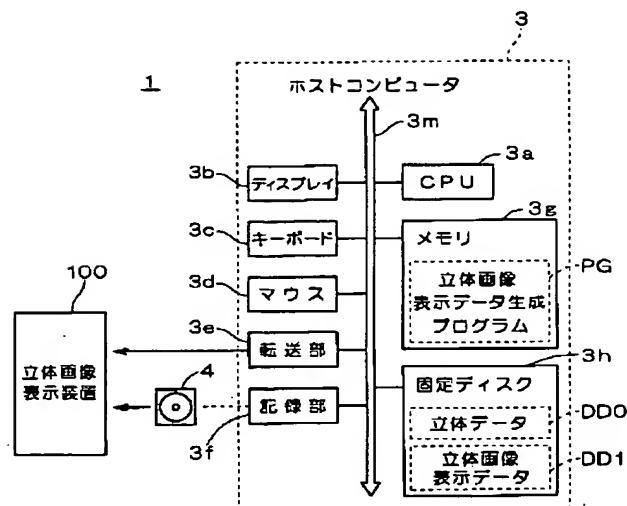
P1~P4 断面画像

S913, S914, S921, S922, S931~S935, S941~S944, S951~S953, S961~S964 ステップ

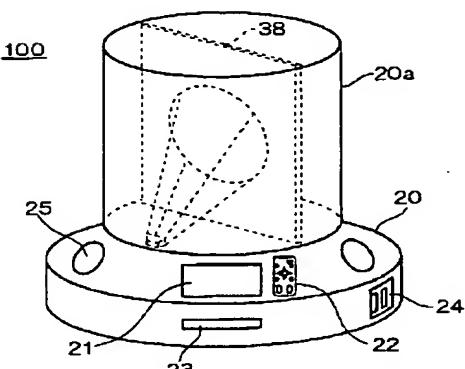
10 SN1, SN2, ..., SNm シーン

θ1, θ2, ..., θn 回転位置

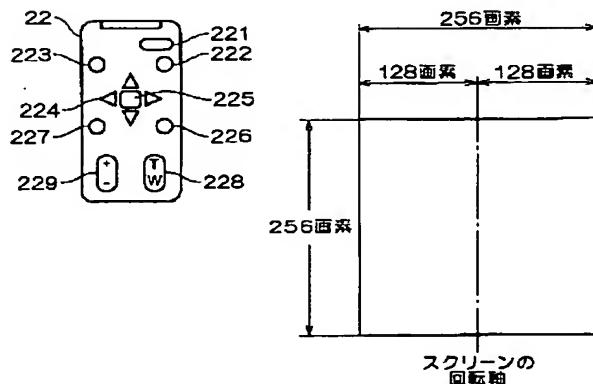
【図 1】



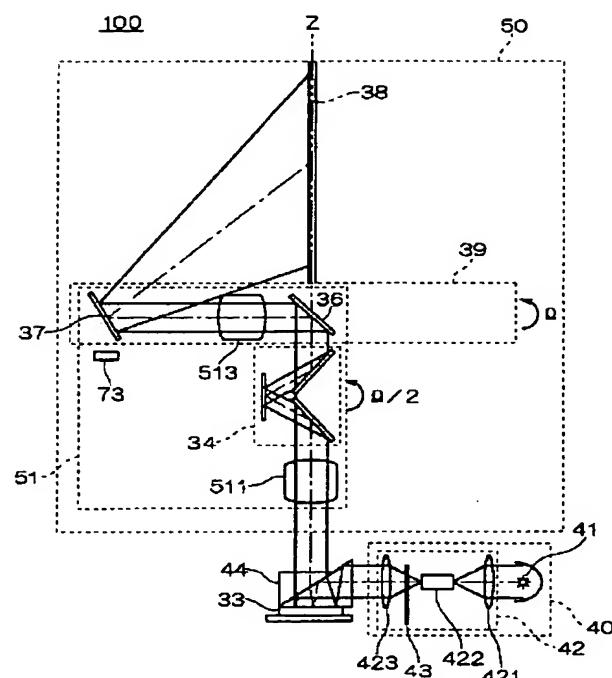
【図 2】



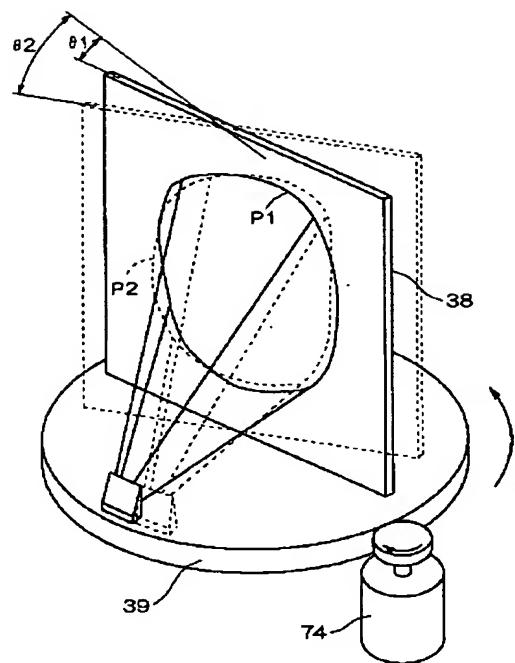
【図 3】



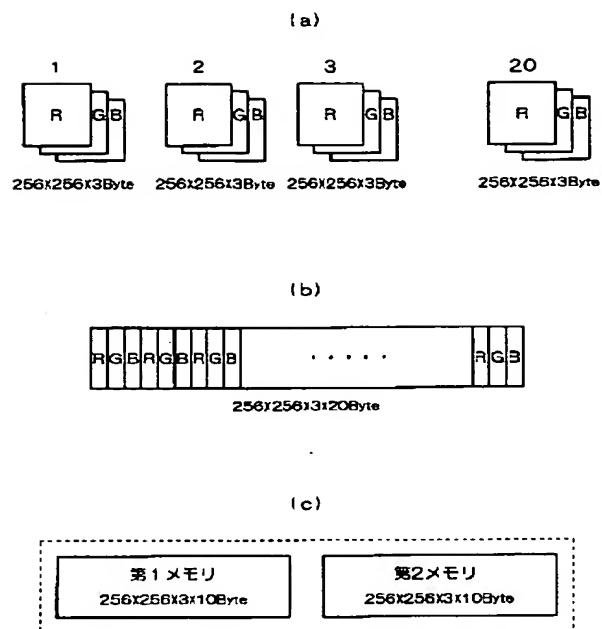
【図 6】



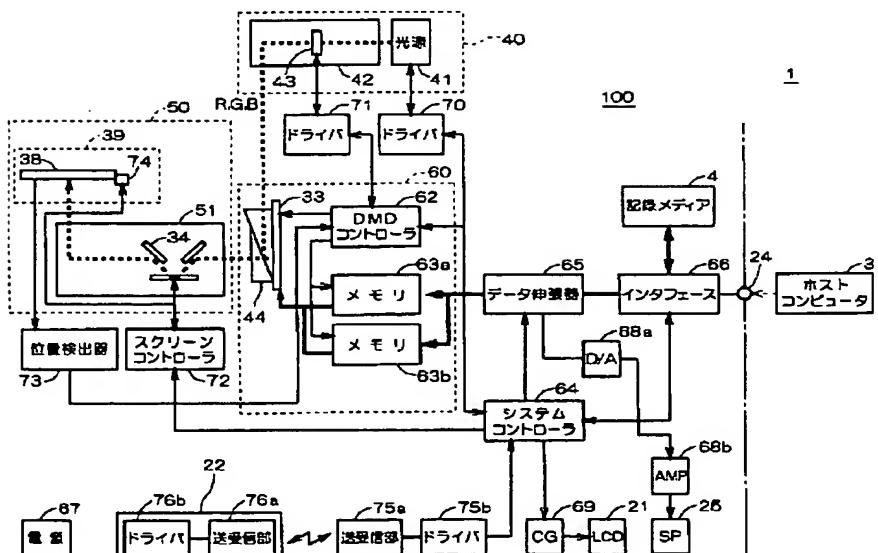
【図5】



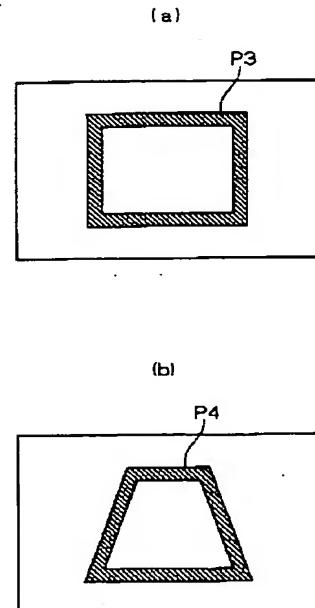
【図8】



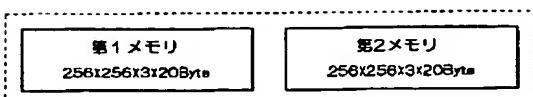
【図7】



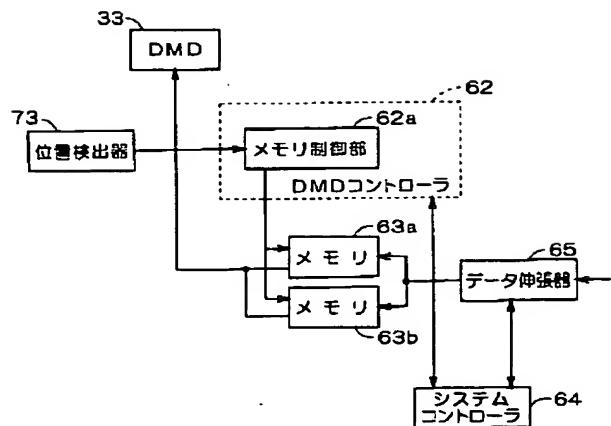
【図12】



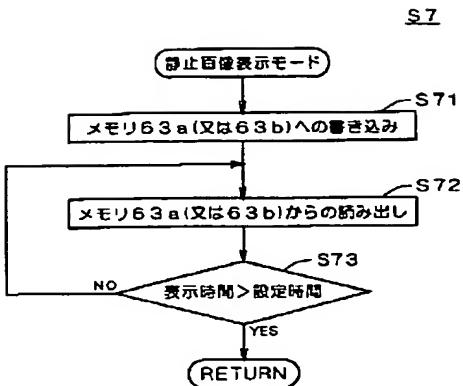
【図9】



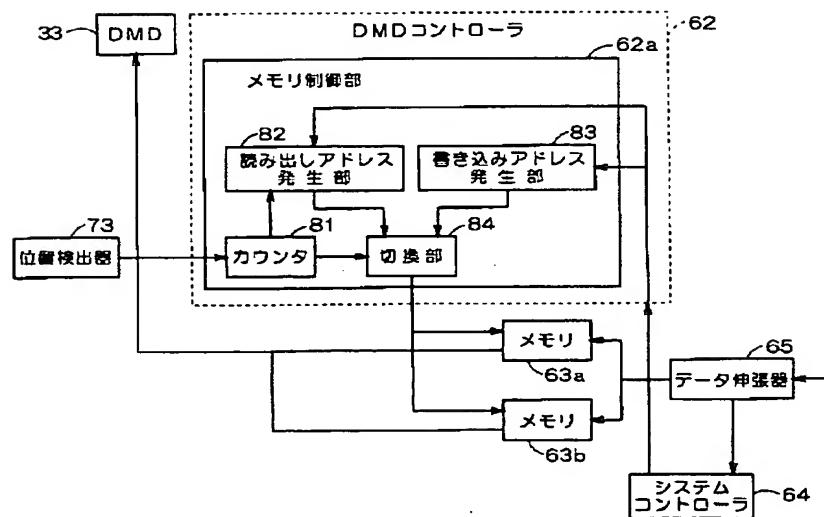
【図 10】



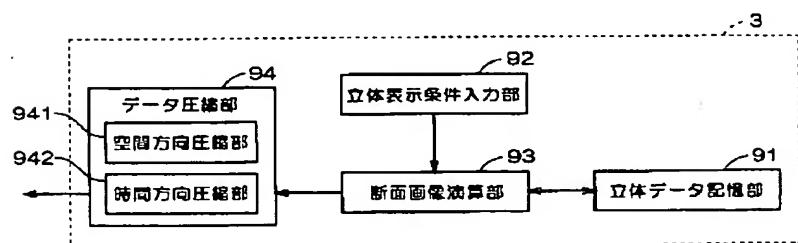
【図 17】



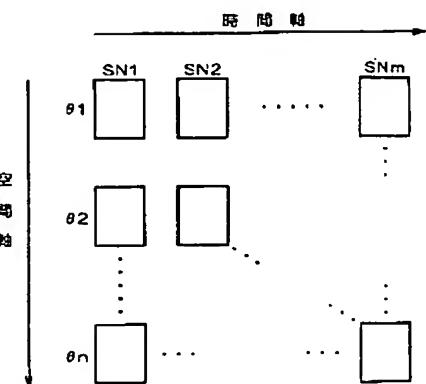
【図 11】



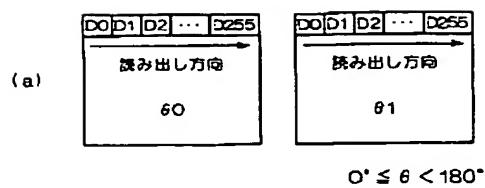
【図 19】



【図 23】

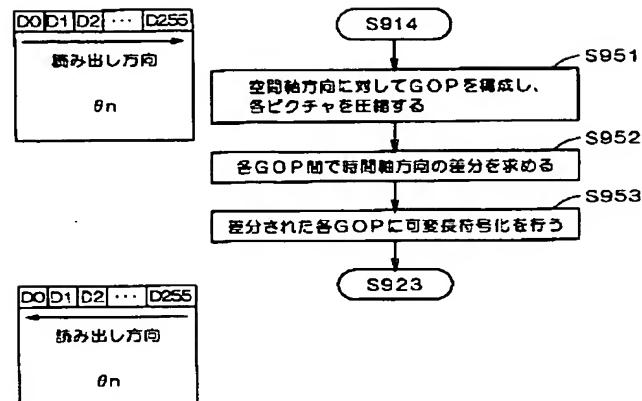


【图13】

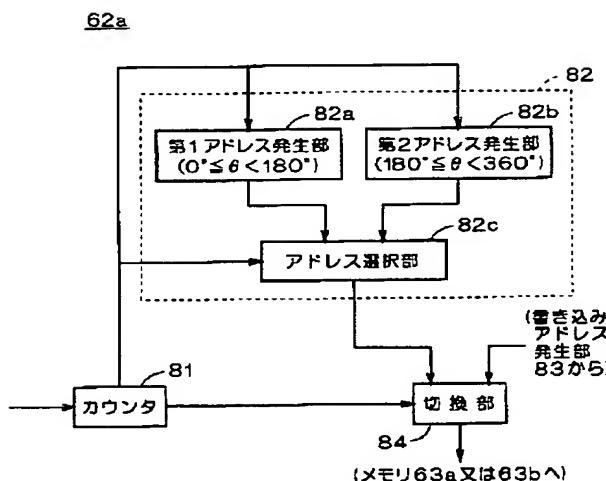


| | D0 | D1 | D2 | ... | D255 |
|-----|--------|----|----|-----|------|
| (b) | 読み出し方向 | | | | |
| | θ0 | | | | θ1 |

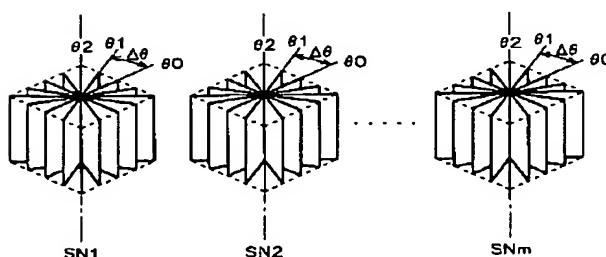
[図28]



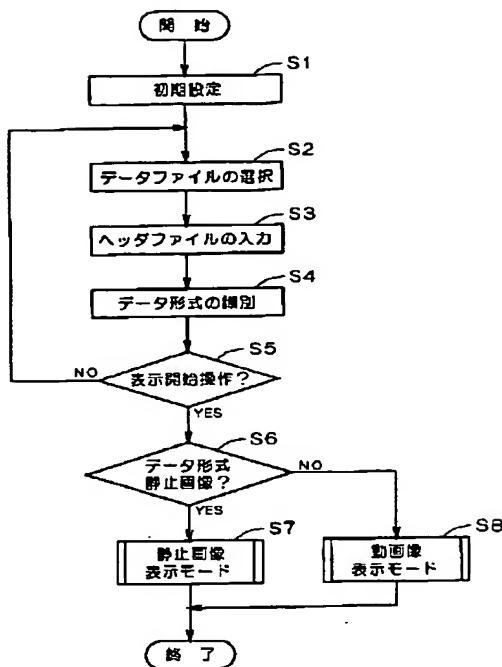
[図 14]



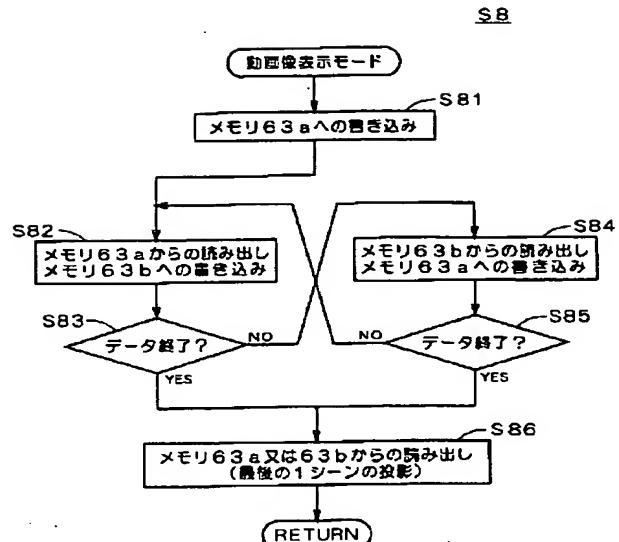
[図22]



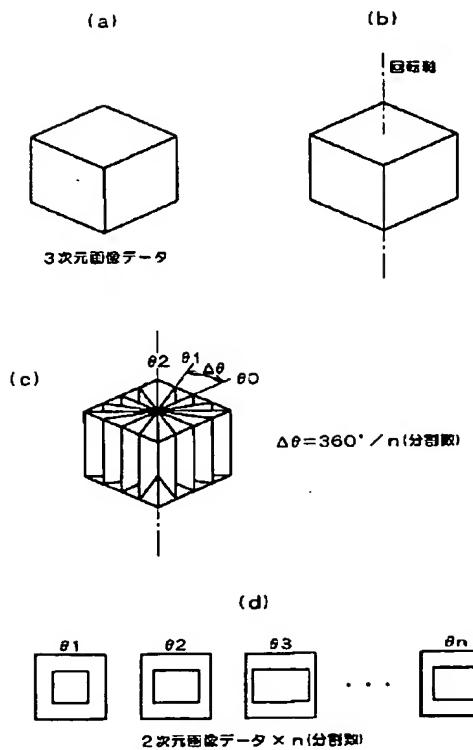
【図 16】



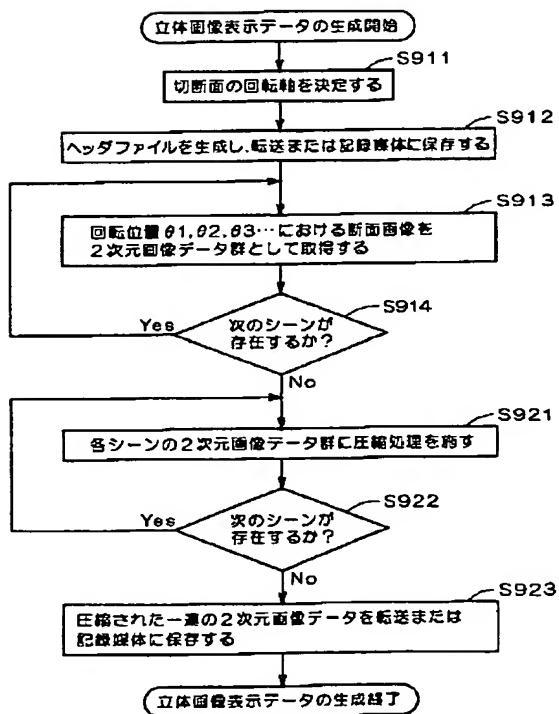
【図 18】



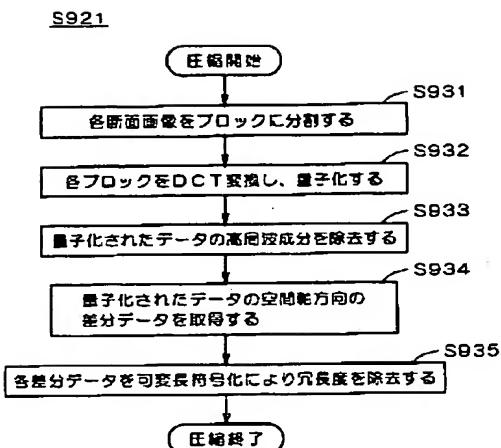
【図 20】



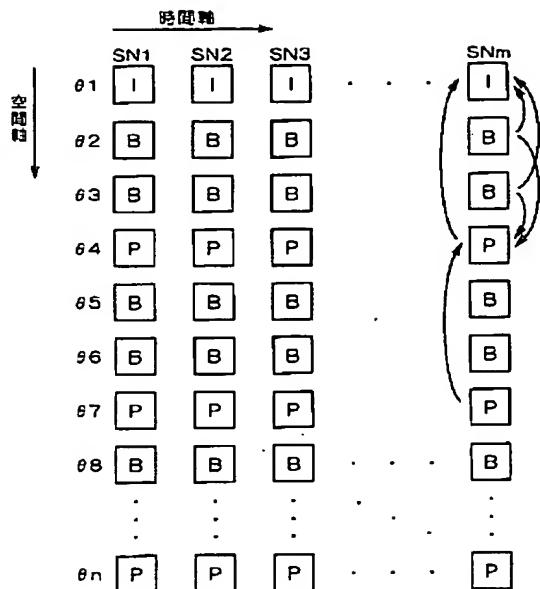
【図 21】



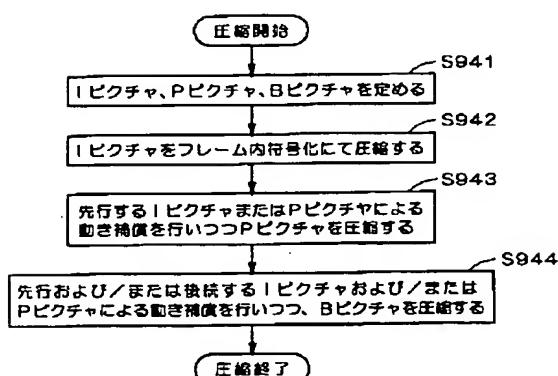
【图24】



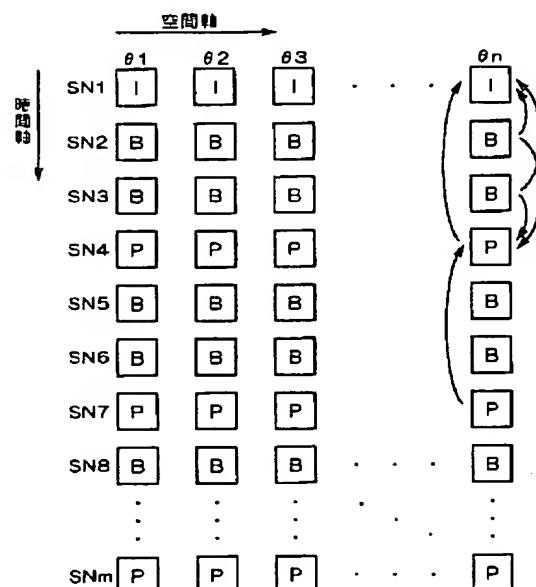
【图25】



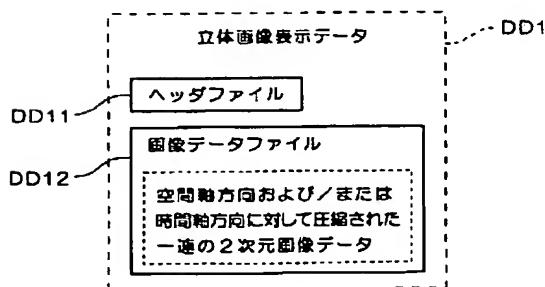
[图 26]



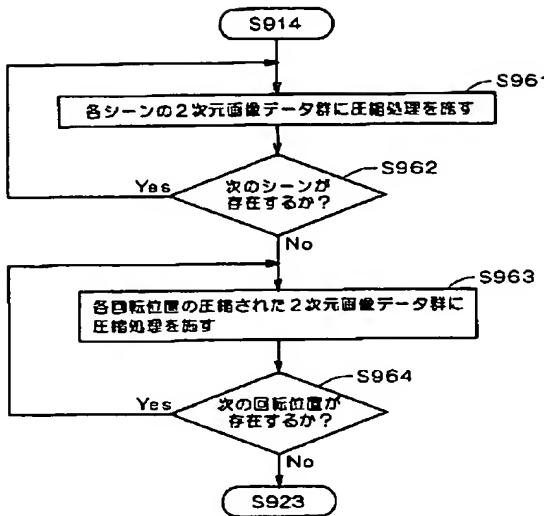
〔図27〕



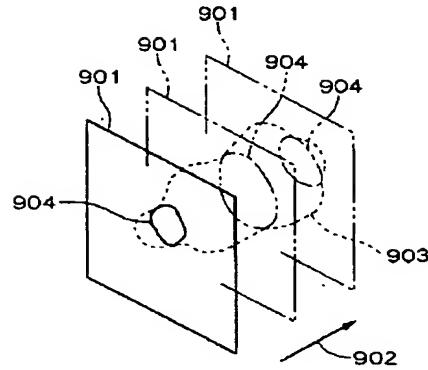
[图30]



【図 29】



【図 31】



フロントページの続き

(72) 発明者 八木 史也

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 杭迫 真奈美

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 糊田 寿夫

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

F ターム(参考) 5C061 AA06 AA29 AB12 AB16 AB17

AB24

5C082 BA34 BA41 BA46 CA31 CA42

CA81 CB01 DA22 DA26 DA87

MM02 MM04